



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**EDUARDO BRESCIANI**

**DETERMINAÇÃO E PERCEPÇÃO DO BRILHO  
SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS: influência das  
propriedades do material, do meio de propagação da luz, do  
observador e do envelhecimento induzido**

2016

**EDUARDO BRESCIANI**

**DETERMINAÇÃO E PERCEPÇÃO DO BRILHO  
SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS: influência das  
propriedades do material, do meio de propagação da luz, do  
observador e do envelhecimento induzido**

Tese apresentada ao curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP – Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de LIVRE-DOCENTE no conjunto de Disciplinas de Dentística I e II, junto ao Departamento de Odontologia Restauradora.

São José dos Campos

2016

## **BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Adjunto Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves**

UNESP – Univ Estadual Paulista  
Instituto de Ciência e Tecnologia  
Campus de São José dos Campos

**Prof. Adjunto Carlos Rocha Gomes Torres**

UNESP – Univ Estadual Paulista  
Instituto de Ciência e Tecnologia  
Campus de São José dos Campos

**Profa. Titular Maria Fidela de Lima Navarro**

USP – Universidade de São Paulo  
Faculdade de Odontologia de Bauru

**Prof. Associado Glauco Fioranelli Vieira**

USP – Universidade de São Paulo  
Faculdade de Odontologia

**Profa. Associada Linda Wang**

USP – Universidade de São Paulo  
Faculdade de Odontologia de Bauru

São José dos Campos, 31 de maio de 2016.





*“I may not be the man I want to be; I may not be the man I ought to be; I may not be the man I could be; I may not be the man I truly can be; but praise God, I’m not the man I once was”*

*– Martin Luther King Jr.*

## DEDICATÓRIA

*Aos amores da minha vida, Ana e Laura.*

*O caminho não foi fácil, a convivência foi desgastada, mas aqui  
estamos todos unidos para mais esta conquista*

*É de vocês também!!!*

## AGRADECIMENTOS

*A todos que direta ou indiretamente participaram, em algum momento da minha vida, para que este concurso se tornasse realidade. Aqui os agradecimentos especiais são para os meus pais (meu pai in memoriam), meus irmãos, e também a minha segunda família, minha sogra e cunhadas.*

*Às instituições que fizeram parte do meu treinamento e da minha experiência profissional (Faculdade de Odontologia de Bauru – USP; Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais; Universidade de Michigan, Universidade Cruzeiro do Sul e Unesp Campus de São José dos Campos).*

*Às minhas mentoras: Professora Fidela e Tilly Peters, por sempre acreditarem em meu potencial e por sempre incentivarem meu crescimento profissional.*

*Ao Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa de seu diretor Prof. Tit. Estevão Tomomitsu Kimpara e vice-diretora Profa. Associada Rebeca Di Nicoló.*

*Aos colegas professores da disciplina de Dentística  
Borges, Carlos Rocha Gomes  
Filomena Rocha Lima Huhtala, Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves e Taciana Marco Ferraz Caneppele, pelo excelente convívio diário e apoios constantes. Agradecimento especial a minha parceira de todas as tarefas (boas e ruins), Taciana.*

*Aos colegas professores da disciplina de Endodontia: Ana Paula Martins Gomes, Carlos Henrique Ribeiro Camargo, Claudio Antonio Talge de Carvalho,*

*Frederico Canato Martinho e Márcia Carneiro Valera Garakis. Agradecimento especial à Professora Márcia que sempre abre portas para o meu crescimento profissional.*

—

*treinamento técnico, neces* *À PIBIC reitoria pela*  
*concessão de bolsas de iniciação científica para a realização de parte deste*  
*estudo.*

*Aos alunos de graduação Amanda Carvalho de Oliveira, Cláudio Moreira Jr., Jéssica Barbosa Pereira, Maiara Camalionte e Fernanda Tessarin, bolsistas da FAPESP / PIBIC Reitoria ou voluntários, pela execução de grande parte laboratorial desta tese. Às alunas de doutorado Ingrid Fernandes Mathias e Laura Célia Elia, pela orientação das ICs e dedicação durante a realização dos projetos.*

*Ao Professor Glauco Fioranelli Vieira pelo empréstimo da câmara de observação utilizada em partes deste estudo.*

*A Renata Ap. Couto Martins, d*

—

*UNESP, pelo auxílio na normatização deste trabalho.*

*es, Prof. Adj. Carlos Rocha Gomes Torres, Profa. Tit. Maria Fidela de Lima Navarro, Prof. Assoc. Glauco Fioranelli Vieira, Profa. Assoc. Linda Wang, que gentilmente se dispuseram e se afastaram de suas atividades para participar deste concurso de livre-docência. Aos membros suplentes, que mesmo na retaguarda, possivelmente reservaram esta data e se*

*dispuseram a ajudar.*

*da Silva de Melo, e às assistentes Josiana Maria Alves Carneiro, Fernanda Maria de Brito Cunha e Liliane Marques Franchitto, por nos proporcionar um ambiente adequado para execução de nossas funções.*

*mica, Lilian Faria de Oliveira Braga, Camila Mitie Uemura e Lucélia Auxiliadora Honorato pela orientação, organização e presteza para a realização deste concurso.*

*A todos os funcionários do ICT UNESP por proporcionarem um ambiente agradável e adequado para o crescimento de todos.*

*Aos colegas professores de todas as outras disciplinas (sem citar nomes), pelo excelente acolhimento quando cheguei nesta casa e pelo convívio amistoso.*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE QUADROS E TABELAS .....</b>	<b>18</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>20</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>21</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>22</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1 Brilho superficial (reflexão espectral).....</b>	<b>27</b>
<b>2.2 Percepção do Brilho Superficial.....</b>	<b>34</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 ESTUDO I - Influência da cor e translucidez de resina composta no brilho superficial espectral.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1.1 Divisão dos Grupos.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1.2 Polimento superficial.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.3 Leitura do Brilho Espectral.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.4 Análise Estatística.....</b>	<b>47</b>
<b>4.2 ESTUDO 2 - Influência translucidez e espessura de resina composta sobre o brilho superficial espectral.....</b>	<b>48</b>
<b>4.2.1 Divisão dos Grupos.....</b>	<b>48</b>
<b>4.2.2 Polimento superficial.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2.3 Leitura do Brilho Espectral.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2.4 Análise Estatística.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3 ESTUDO 3 - Influência de anteparo opaco (A2D) sob espécimes de resina composta translúcida (A2E) de diversas espessuras no</b>	

<b>brilho superficial espectral.....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.1 Divisão dos Grupos.....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.2 Polimento superficial.....</b>	<b>51</b>
<b>4.3.3 Leitura do Brilho Espectral.....</b>	<b>51</b>
<b>4.3.4 Análise Estatística.....</b>	<b>52</b>
<b>4.4 ESTUDO 4 - Influência de iluminantes na percepção do brilho superficial de resina composta por diferentes observadores.....</b>	<b>52</b>
<b>4.4.1 Obtenção do padrão em esmalte bovino.....</b>	<b>53</b>
<b>4.4.2 Divisão dos grupos de resina composta.....</b>	<b>54</b>
<b>4.4.3 Polimento dos espécimes.....</b>	<b>54</b>
<b>4.4.4 Seleção dos observadores.....</b>	<b>55</b>
<b>4.4.5 Avaliação da percepção de brilho com diferentes meios de propagação da luz (iluminantes).....</b>	<b>57</b>
<b>4.5 ESTUDO 5 - Percepção do brilho superficial de resinas compostas entre profissionais ou não profissionais da Odontologia.....</b>	<b>60</b>
<b>4.5.1. Divisão dos Grupos.....</b>	<b>60</b>
<b>4.5.2. Polimento dos Espécimes.....</b>	<b>61</b>
<b>4.5.3 Seleção dos observadores.....</b>	<b>62</b>
<b>4.5.4 Avaliação da percepção de brilho superficial de resina composta por diferentes observadores.....</b>	<b>62</b>
<b>4.6 ESTUDO 6 - Influência de diferentes envelhecimentos artificiais sobre o brilho superficial de resinas compostas.....</b>	<b>63</b>
<b>4.6.1 Divisão dos grupos.....</b>	<b>63</b>
<b>4.6.2. Avaliação do brilho superficial.....</b>	<b>64</b>
<b>4.6.3. Delineamento Experimental.....</b>	<b>64</b>
<b>4.6.4 Envelhecimento Artificiais utilizados.....</b>	<b>65</b>
<b>4.6.4.1 Envelhecimento Térmico.....</b>	<b>65</b>
<b>4.6.4.2 Envelhecimento Mecânico.....</b>	<b>65</b>

<b>4.6.4.3 Envelhecimento Químico</b> .....	66
<b>4.6.4.4 Envelhecimento por luz</b> .....	66
<b>4.6.5 Análise Estatística</b> .....	67
<b>4.7 ESTUDO 7 - Influência do tratamento clareador e envelhecimento induzido sobre o brilho superficial de resinas compostas</b> .....	67
<b>4.7.1 Divisão dos grupos</b> .....	68
<b>4.7.2 Protocolos de envelhecimento utilizados</b> .....	69
<b>4.7.2.1 Tratamento clareador</b> .....	69
<b>4.7.2.2 Envelhecimento induzido</b> .....	70
<b>4.7.3 Avaliação do brilho superficial</b> .....	71
<b>4.7.4 Análise Estatística</b> .....	71
<b>5 RESULTADOS</b> .....	73
<b>5.1 Resultados – Estudo 1 (Influência da cor e translucidez de resina composta no brilho superficial espectral)</b> .....	73
<b>5.2 Resultados – Estudo 2 (Influência translucidez e espessura de resina composta sobre o brilho superficial espectral)</b> .....	74
<b>5.3 Resultados – Estudo 3 (Influência de anteparo opaco (A2D) sob espécimes de resina composta translúcida (A2E) de diversas espessuras no brilho superficial espectral)</b> .....	76
<b>5.4 Resultados – Estudo 4 (Influência de iluminantes na percepção do brilho superficial de resina composta por diferentes observadores)</b> .....	78
<b>5.5 Resultados – Estudo 5 (Percepção do brilho superficial de resinas compostas entre profissionais ou não profissionais da Odontologia)</b> .....	81
<b>5.6 Resultados – Estudo 6 (Influência de diferentes envelhecimentos artificiais sobre o brilho superficial de resinas compostas)</b> .....	84
<b>5.7 Resultados – Estudo 7 (Influência do tratamento clareador e envelhecimento induzido sobre o brilho superficial de resinas compostas)</b> .....	95

<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	99
<b>6.1 Influência das propriedades das resinas sobre o brilho superficial</b>	99
<b>6.2 Influência da percepção de brilho sobre a resina composta.....</b>	103
<b>6.3 Influência de envelhecimentos sobre o brilho superficial de resinas compostas.....</b>	110
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	120
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	121
<b>APÊNDICE</b> .....	134
<b>ANEXOS</b> .....	136

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de reflexão especular e difusa em objeto de superfície plana, com ângulo de reflexão em $60^0$ .....	28
Figura 2 - Esquema do dispositivo metálico utilizado para confecção das amostras de resina composta.....	43
Figura 3 - Divisão dos grupos estudados de acordo com a translucidez e cor da resina composta.....	45
Figura 4 - Sequência para polimento dos espécimes. A: Determinação da espessura do dispositivo. B: Espécime posicionado no dispositivo para polimento. C: Aplainamento e polimento da superfície do espécime. D: Espécime polido.....	46
Figura 5 - Equipamento utilizado para determinação do brilho superficial – Novo-Curve (Rhopoint TM, East Sussex, England).....	47
Figura 6 - Distribuição dos espécimes de acordo com os grupos estudados em relação à espessura (0,5 mm, 1,0 mm, 2,0 mm e 3,0 mm) e translucidez do material (resina de esmalte ou dentina).....	48
Figura 7 - Distribuição dos espécimes de acordo com os grupos estudados em relação à espessura (0,5 mm, 1,0 mm, 2,0 mm e 3,0 mm) associados ou não ao espécime de dentina de 2 mm na cor A2D.....	50

Figura 8 - Máquina de corte para amostras circulares (A); Dente sendo cortado com trefina diamantada de 6mm (B); espécime de esmalte-dentina antes do polimento (C).....	53
Figura 9 - Gráfico de Snellen para determinação da acuidade visual de perto.	56
Figura 10 - Imagens representativas da disposição da amostra e visualização com Luz D65 e Incandescente (A) ou Fluorescente (B), de acordo com a disposição das luzes na Cabine.....	57
Figura 11 - Amostras em cabine de Luz sendo testadas. A - Luz D65; B- Luz Incandescente; C - Luz Fluorescente; D – Cabine com direcionador de visualização em ângulo de 60 <sup>0</sup> .....	58
Figura 12 - Leituras realizadas de acordo com o observador, tipo de iluminante para cada grupo de brilho pré-determinado.....	59
Figura 13 - Leituras realizadas de acordo com o $\Delta$ UB para as várias combinações possíveis.....	61
Figura 14 - Delineamento Experimental do estudo com os envelhecimentos e etapas de leitura do brilho superficial.....	65
Figura 15 - Fluxograma de distribuição dos grupos de acordo o tipo de resina estudada e cada condição.....	68
Figura 16 - Aplicação Clareador – A: Peróxido de Hidrogênio 38%. B: Peróxido de Carbamida 15%.....	69

Figura 17 - Equipamento utilizado para envelhecimento com luz de xenônio e umidade.....	70
Figura 18 - Linha do tempo apresentando os passos realizados.....	71
Figura 19 - Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com a cor e a translucidez de resina estudada.....	74
Figura 20 - Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com a espessura e a translucidez de resina estudada.....	75
Figura 21 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as espessuras estudadas. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).....	76
Figura 22 - Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com a espessura e a translucidez de resina estudada.....	77
Figura 23 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as espessuras estudadas, com ou sem anteparo opaco (A2D). Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).....	78
Figura 24 - Porcentagem de perceptibilidade de acordo com os diferentes brilhos testados e diferentes meios de propagação da luz (Iluminante D65, Incandescente e Fluorescente).....	79
Figura 25 - Porcentagem de perceptibilidade de variação de brilho ( $\Delta$ UB),	

agrupada por tipo de iluminante estudado.....	80
Figura 26 - Porcentagem de perceptibilidade de acordo com os diferentes observadores, quando da observação em Luz do Dia – Iluminante D65 (agrupados por $\Delta$ UB).....	82
Figura 27 - Porcentagem de perceptibilidade de acordo com as observações realizadas por todos os observadores (agrupados por $\Delta$ UB).....	83
Figura 28 - Figura representativa do limite de perceptibilidade (17,6 $\Delta$ UB), definido por meio de regressão não-linear Probit.....	84
Figura 29 - Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina e tempo estudados.....	86
Figura 30 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com os tempo estudados. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).....	86
Figura 31 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as resinas estudadas. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).....	87
Figura 32 - Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina e tempo de envelhecimento em luz estudados. Letras iguais representam ausência de diferenças (comparações feitas dentro de cada grupo de resina).....	88

Figura 33 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com os tempo estudados no grupo envelhecido por luz. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).....	89
Figura 34 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as resinas estudadas para o envelhecimento por luz. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).....	89
Figura 35 - Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina e tempo de envelhecimento em etanol estudados. Letras iguais representam ausência de diferenças (comparações feitas dentro de cada grupo de resina).....	91
Figura 36 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com os tempo estudados no grupo envelhecido em etanol. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).....	91
Figura 37 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as resinas estudadas para o envelhecimento em etanol. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).....	92
Figura 38 - Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina e tempo de envelhecimento após termociclagem. Letras iguais representam ausência de diferenças (comparações feitas dentro de cada grupo de resina).....	93
Figura 39 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com os tempo estudados no grupo envelhecido por termociclagem. Letras	

semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey)..... 94

Figura 40 - Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as resinas estudadas para o envelhecimento por termociclagem. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey)..... 94

Figura 41 - Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina, clareamentos e envelhecimentos utilizados..... 96

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Descrição dos materiais utilizados e suas composições .....	42
Tabela 1 - Média e desvio-padrão do BRILHO superficial (UB – Unidade de Brilho) para os grupos estudados de acordo com a cor (A1, A2 ou A3) e translucidez (Esmalte ou Dentina).....	73
Tabela 2 - Média e desvio-padrão do BRILHO superficial (UB – Unidade Brilho) para os grupos estudados de acordo com a espessura (0,5 a 3,0 mm) e translucidez (Esmalte ou Dentina).....	75
Tabela 3 - Média e desvio-padrão do BRILHO superficial de acordo com a cor (A1, A2 ou A3) e anteparo opaco (presença ou não).....	77
Tabela 4 - Porcentagem de Perceptibilidade de acordo com o tipo de iluminante e variação de brilho do espécimes testados.....	79
Tabela 5 - Porcentagem de Perceptibilidade em função da variação de brilho dos espécimes testados e tipo de observador.....	81
Tabela 6 - Média e desvio-padrão do BRILHO superficial (UB – Unidade de Brilho) para o grupo submetido ao envelhecimento mecânico.....	85
Tabela 7 - Média e desvio- padrão do BRILHO superficial (UB – Unidade Brilho) para o grupo submetido ao envelhecimento por luz.....	87

Tabela 8 - Média e desvio- padrão do BRILHO superficial (UB – Unidade Brilho) para o grupo submetido ao envelhecimento por imersão em etanol.....	90
Tabela 9 - Média e desvio- padrão do BRILHO superficial (UB – Unidade de Brilho) para o grupo submetido ao envelhecimento por termociclagem.....	92
Tabela 10 - Valores de brilho (UB) das resinas utilizadas submetidas ao envelhecimento na luz e na água.....	95
Tabela 11 - Valores de variação de brilho obtidos através do teste de análise de variância de medidas repetidas.....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%P	= Porcentagem de Perceptibilidade
$\Delta$ UB	= Variação do Brilho em UB
BIS-EMA	= Bisfenol A polietileno Glicol Dimetacrilato
BIS-GMA	= Bisfenol A Glicidil Dimetacrilato
ISO	= International Organization for Standardization
L1	= Leitura inicial de brilho
L2	= Leitura intermediária de brilho
L3	= Leitura intermediária de brilho
L4	= Leitura final de brilho
LED	= Light-emitting diode (Diodo Emissor de Luz)
PEGDMA	= Polietileno Glicol Dimetacrilato
TEGDMA	= Trietileno Glicol Dimetacrilato
UB	= Unidade de Brilho
UDMA	= Uretano Dimetacrilato

Bresciani E. Determinação e percepção do brilho superficial de resinas compostas: influência das propriedades do material, do meio de propagação da luz, do observador e do envelhecimento induzido [tese de livre-docência]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2016.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência de propriedades de resinas compostas (cor (A1, A2 e A3), translucidez (dentina e esmalte), espessura (0,5 a 3,0 mm) e presença de anteparo opaco) no brilho superficial. A influência do meio de propagação da luz e a instrução de observadores na percepção de brilho também foram verificadas. Protocolos de envelhecimento (térmico, químico, mecânico, óptico, e tratamento clareador e associações) foram testados sobre o brilho superficial. O brilho objetivo foi medido por meio de medidor de brilho (Novo-Curve), com geometria em  $60^{\circ}$  e área de 2 x 2 mm. Os dados subjetivos foram obtidos da observação de diferentes espécimes em cabine de luz (MM – 2E/ UV), por diferentes observadores. Testes de análise de variância, de comparações múltiplas Tukey e testes de regressão não-linear foram utilizados (5%). A espessura foi o único parâmetro que influenciou nos resultados ( $p < 0,001$ ), com valores de brilho superficial inferiores em espécimes de 0,5 mm. O tipo de iluminante influenciou na percepção do brilho superficial, com menores porcentagens de acerto para a luz fluorescente ( $p = 0,042$ ), em relação à incandescente. O observador não influencia na percepção de brilho de resinas compostas ( $p = 0,598$ ). O limite de perceptibilidade foi de 17,6  $\Delta$ UB. Os envelhecimentos reduzem o brilho superficial ( $p < 0,001$ ), exceto o clareamento, sendo material-dependente em alguns dos métodos testados. Conclui-se que o brilho superficial depende da espessura em materiais translúcidos, que o meio de propagação da luz deve ser considerado e que envelhecimentos deterioram esta propriedade.

Palavras-chave: Resinas compostas. Fenômenos ópticos. Luz. Percepção visual.

*Bresciani E. Assessment and perception of resin composite surface gloss: influence of material properties, light propagation medium, observer, and artificial aging [thesis]. São José dos Campos (SP): Institute of Science and Technology, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2016.*

### **ABSTRACT**

*The aim of this study was to investigate the influence of resin composite properties (color (A1, A2 and A3), translucency (dentin and enamel), thickness (0.5 to 3.0 mm) and the presence of opaque background) on surface gloss. The influence of light propagation medium and instruction of observers on perception of gloss was also assessed. Aging protocols (thermal, chemical, mechanical, optical, and whitening treatment with associations) were tested on surface gloss property. The objective gloss was measured using a glossmeter (Novo-Curve), with 60° geometry and 2 x 2 mm area. Subjective data were obtained from observation of specimens in light booth (MM - 2E / UV), by different observers. Analysis of variance, Tukey' multiple comparisons, and nonlinear regression tests were used (5%). Thickness was the only material property influencing results ( $p < 0.001$ ), with lower values of surface gloss for 0.5 mm specimens. Illuminant influenced perception of gloss, with lower percentage of perceptibility for the fluorescent light ( $p = 0.042$ ), compared to the incandescent one. Observer does not influence the perception of surface gloss of resin composites ( $p = 0.598$ ). The perceptibility was 17.6  $\Delta U$  protocols reduced surface gloss ( $p < 0.001$ ), except for whitening, being the reduction material-dependent in some tested methods. We concluded that the surface gloss is influenced by thickness of translucent materials, light propagation medium should be considered and aging methods deteriorated this property.*

*Keywords: Composite resins. Optical phenomena. Light. Visual perception.*

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por estética em odontologia é frequente e impulsiona o desenvolvimento e entendimento sobre as propriedades de materiais restauradores diretos e indiretos. As restaurações diretas em resina composta são a opção de escolha para dentes anteriores e vem sendo cada vez mais utilizadas em dentes posteriores (Rasines Alcaraz et al., 2014), possivelmente por proibições contra o uso do amálgama dental ou por opção dos operadores, mas certamente devido à evolução dos materiais diretos adesivos.

Apesar de as falhas em resina composta serem mais frequentemente associadas à fratura do material e à recidiva de cárie (Opdam et al., 2014), quando este material é utilizado principalmente por suas propriedades estéticas, os relatos de falha por manchamento superficial (Mjor et al., 2000) e alterações de cor e/ou forma se tornam mais frequentes (Demarco et al., 2015).

O conhecimento das propriedades ópticas dos materiais restauradores diretos estéticos é importante para obtenção de resultados adequados imediatamente após a realização das restaurações, mas também a longo prazo para se entender o mecanismo de deterioração do material e assim prever uma falha estética. A literatura específica é vasta em relação à propriedade de cor deste materiais, porém, com relatos menos frequentes quanto à translucidez e fluorescência.

Entender a propriedade de brilho superficial, dentro das propriedades ópticas, também mostra-se importante (Brainard, Maloney, 2004). De acordo com O'Brien et al. (1984), se houver diferenças entre o brilho superficial de uma resina composta e o esmalte dentário adjacente, problemas estéticos desta restauração podem ser reportados. Os mesmos autores ainda relatam que a reflexão especular atrapalha de certa forma a escolha adequada de cor (Xiao,

Brainard, 2006) e que métodos de eliminação da reflexão especular auxiliariam uma melhor escolha de cor pelos profissionais. Estas simples observações suportam a importância do estudo do brilho superficial em Odontologia.

Quando da pesquisa no pubmed com os termos “*surface gloss*” e “”, encontramos 28 artigos até o momento e destes, 21 relatam de efeitos de procedimento de polimento (Waheeb et al., 2012; Ereifej et al., 2013; St Germain, Samuelson, 2015) e efeitos da escovação (Jasse et al., 2013; Silva EM et al., 2013; Lefever et al., 2014) sobre o brilho superficial das resinas compostas. O restante verifica também o decréscimo do brilho superficial após diversos tipos de envelhecimento artificial (Furuse et al., 2008; Barucci-Pfister, Gohring, 2009; Hosoya et al., 2011b). A perda de brilho superficial parece desta forma ser importante, uma vez que, além da deterioração da propriedade estética, esta pode estar relacionada com aumento da rugosidade (O'Brien et al., 1984) e possivelmente maior acúmulo de biofilme e bactérias (Quirynen et al., 1990; Aykent et al., 2010), com possíveis complicações periodontais ou de recidiva de cárie. Há relatos que comprovam que o brilho superficial de resinas compostas está diretamente relacionado com a quantidade de carga inorgânica destes materiais (Campbell et al., 1986; Jasse et al., 2013), possivelmente pela maior reflexão de luz por parte destes componentes em comparação com a matriz orgânica.

O entendimento da propriedade física e da percepção subjetiva do brilho superficial vai além das influências recebidas pelo envelhecimento por materiais odontológicos e os respectivos resultados negativos sobre o brilho superficial destes materiais a longo prazo. De acordo com a ISO-2813 (2014), o brilho superficial é a reflexão especular, definida pelo fluxo luminoso refletido da superfície de um objeto em determinado ângulo. Ainda, a reflexão especular de um objeto é mais intensa quanto maior for o direcionamento da luz refletida. Em superfícies opacas, a luz é refletida de forma difusa, e quanto mais

espalhada for esta reflexão, mais fosca será a superfície do objeto. A medida obtida desta razão é chamada de unidade de brilho (UB).

De acordo com Chadwick e Kentridge (2015), em uma vasta revisão da literatura sobre percepção do brilho, discutem-se vários aspectos relacionados ao brilho subjetivo. O primeiro refere-se às propriedades de cor dos materiais, as quais influenciam a percepção do brilho superficial de objetos, sendo que quanto mais escuro o material, maior será a sensação de brilho. A distância do observador, a forma da superfície (se regular ou não / se esférica ou plana), tipo e direção da iluminação e a interação entre a propriedade física do brilho e todos os parâmetros do mundo real também influenciam a percepção do brilho. Ainda neste trabalho, o brilho perceptível foi classificado em seis categorias: (1) Brilho especular; (2) Brilho em ângulo de visualização; (3) Brilho de contraste; (4) Névoa; (5) Brilho distinto de imagens refletidas; e (6) Brilho de ausência de textura superficial, sendo os dois primeiros mais utilizados em pesquisas que verificam a percepção de brilho por diversos observadores.

Sabe-se ainda que a percepção de uma imagem requer informações sobre seu formato tridimensional, informações ópticas, do campos de iluminação e das condições ambientais (Anderson, Kim, 2009), mas também que o desmembramento destas propriedades é importante para entendermos as características isoladas de objetos. De certa forma, discute-se que quando da avaliação da percepção de brilho em relação a outras propriedades ópticas, a utilização de campos observacionais planos, com direcionamento de luz controlado e campo de iluminação padronizado levam a constatações não extrapoláveis para o mundo real, no qual a percepção do brilho requer consistência entre uma estimativa do formato tridimensional do objeto e a posição e orientação dos reflexos presentes na superfície do mesmo. Segundo Schmid e Anderson (2014), o Modelo Equivalente de Iluminação pode representar o mundo real, sendo que a inclusão de reflexos, sombras, cores do

objeto e direção, cromacidade, intensidade e difusibilidade do iluminate devem ser considerados.

Estas constatações sobre o brilho de materiais odontológicos estéticos, em função das propriedades dos materiais e da percepção por observadores, ainda não estão presentes na literatura. Desta forma, torna-se importante entender o brilho superficial das resinas compostas de acordo com suas propriedades intrínsecas, entender as possíveis influências do meio de transmissão de luz e experiência de observadores na percepção do brilho, assim como outros processos de envelhecimentos dos materiais odontológicos sobre o brilho superficial.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

A revisão da literatura será restrita devido à escassez de trabalhos na literatura odontológica sobre a temática brilho superficial. Para facilitar o entendimento, este tópico será dividido em brilho superficial (reflexão espectral) e percepção de brilho, de maneira a suprir informações necessárias para o entendimento do brilho superficial objetivo e subjetivo.

Este tópico não se estenderá a outras propriedades ópticas dos materiais restauradores odontológicos, porém, estas informações serão por vezes empregadas na discussão deste trabalho.

### **2.1 Brilho superficial (reflexão espectral)**

Quando a luz encontra a superfície de um objeto, três situações podem acontecer: reflexão, transmissão e/ou absorção de luz. Estas situações ocorrem simultaneamente com maior frequência e são responsáveis pela percepção de objetos e suas características. A reflexão difusa está relacionada à percepção de cor e opacidade; a reflexão especular está relacionada ao brilho superficial; a transmissão está relacionada com a transparência dos objetos; e a absorção relacionada principalmente com a percepção de cor (Ji et al., 2006).

De acordo com a ISO-2813 (2014), a reflexão especular (brilho) é definida pela razão (multiplicada por 100) entre um fluxo luminoso refletido da superfície de um objeto em determinado ângulo ( $20^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  ou  $85^{\circ}$ ) e o fluxo refletido de um padrão de vidro com índice de refração 1,567 medido em comprimento de onda de 587,6 nm, considerando-se o mesmo ângulo de incidência de reflexão da luz. Um esquema de reflexão de luz em um objeto de

superfície plana pode ser visualizado na figura 1, na qual estão demonstrados os ângulos de reflexão e observação, e também a reflexão especular e difusa.

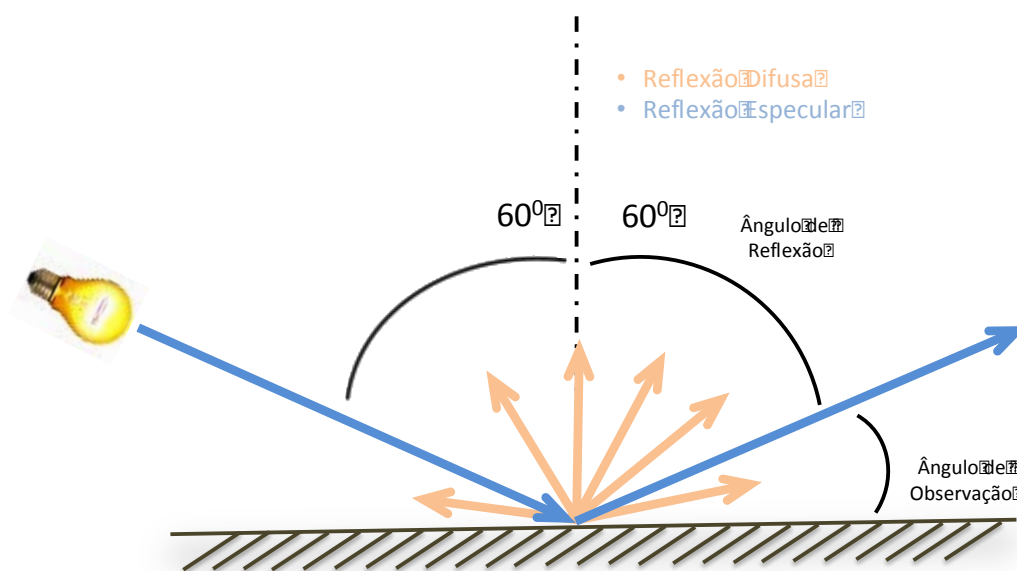


Figura 1 – Esquema de reflexão especular e difusa em objeto de superfície plana, com ângulo de reflexão em  $60^{\circ}$ .

O ângulo de incidência e de reflexão especular geralmente podem ser em  $20^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  ou  $85^{\circ}$ , ângulos estes definidos com o plano perpendicular da superfície dos objetos analisados. Ângulos de reflexão (geometria de reflexão) em  $60^{\circ}$  são os mais empregados e são indicados para superfícies com brilho superficial médio. A geometria de reflexão em  $20^{\circ}$  é utilizada para superfícies com alto brilho, por exemplo os metais. E por fim, a geometria de  $85^{\circ}$  é indicada para superfícies foscas (ISO-2813, 2014).

O aparelho medidor de brilho (*glossmeter*) consiste em uma fonte de luz que é direcionada por lentes em um feixe paralelo de luz em direção à superfície do material utilizado, com ângulo de incidência previamente determinado. Um receptor contendo uma lente e uma célula fotoelétrica recebe/capta o cone de luz reflexão (ISO-2813, 2014), obtendo-se assim

informações para o cálculo do brilho superficial.

Sabe-se que as propriedades dos objetos/materiais influenciam a reflexão (especular e difusa) dos mesmos. Quando da observação da cor, a qual depende da absorção e da reflexão difusa de luz, a forma, espessura e cor de fundo influenciam na percepção desta propriedade (Miyagawa et al., 1981). De acordo com relatos na literatura, o índice de refração (Lee et al., 2005; Ota et al., 2012), a translucidez (Ihrke et al., 2010; Ota et al., 2012), a cor (International Commission on Illumination, 2006; Ota et al., 2012) e presença de fundo escuro (Miyagawa et al., 1981) podem influenciar também a reflexão especular, mais especificamente o brilho superficial. De acordo com Ota et al. (2012), quando do aumento na opacidade e no brilho, observa-se uma redução na translucidez, todos estes fatores relacionados ao aumento do índice de refração do material. Não há muita informação na literatura sobre o padrão de reflexos de superfícies transparentes, ficando o conhecimento limitado a superfícies translúcidas, a qual apresenta geralmente reflexão convencional e de subsuperfície (Ihrke et al., 2010).

Existem ainda relatos que a espessura e a translucidez de materiais odontológicos possam afetar a reflexão espectral destes materiais; porém, no estudo referido, não foram observadas tais influências possivelmente pela natureza opaca da zircônia estudada (Sulaiman et al., 2015). Segundo discussão destes autores, quando aumenta-se a reflexão de luz de uma superfície, a transmissão é reduzida, levando a conclusão que materiais mais translúcidos refletem menos. Segundo Motoyoshi (2010), a reflexão especular não é influenciada pela translucidez/transparência de objetos, diferentemente da reflexão difusa. Há também contradição sobre a influência da cor sobre o brilho superficial de materiais restauradores. Em algumas citações, o brilho é relatado em alguns estudos como independente da cor (Cook, Thomas, 1990; Anagnostou et al., 2010). Um trabalho com resinas compostas também reporta a

cor como uma propriedade não determinante para as observações de diferenças no comportamento do brilho (Barucci-Pfister, Gohring, 2009).

Em Odontologia, há poucos relatos sobre a influência das propriedades dos materiais sobre o brilho. Jasse et al. (2013) reportam uma relação positiva entre a quantidade de carga inorgânica e o brilho superficial de resinas compostas. De acordo com os autores, esta propriedade é verificada devido às características reflexivas destas partículas, e ainda que o processo de silanização e as diferentes partículas presentes em marcas diversas de resinas compostas podem influenciar de formas variadas o brilho espectral destes materiais. Como os autores verificaram uma variação grande na porcentagem de carga incluída nas resinas (de 40 a 75%) (Jasse et al., 2013) e como as resinas atuais possivelmente não apresentam tamanha alteração, não se sabe se esta informação pode ser atribuída quando da comparação de diversas marcas comerciais de resinas compostas. O tamanho das partículas também influencia no brilho superficial das resinas, e quanto menor o tamanho das partículas e mais próximo do comprimento de onda do iluminante, maior será o brilho superficial (Campbell et al., 1986; Furuse et al., 2008). De acordo com Campbell et al. (1986), o aumento do brilho em resinas compostas em relação à quantidade de carga possivelmente atinge um platô, sendo que este fato possivelmente explica a falta de diferenças significantes entre algumas resinas compostas.

Quando da alterações de superfície, torna-se mais evidente, por meio de muitos estudos, que a rugosidade superficial interfere com o brilho superficial das resinas compostas. Parece ser um consenso que protocolos de envelhecimento mecânico (escovação) sejam os mais importantes para predizer o comportamento de brilho de um material restaurador a longo prazo (Ardu et al., 2009). O primeiro relato neste sentido em relação às resinas compostas foi do estudo de Campbell et al. (1986), no qual à partir de uma regressão linear,

determinou-se uma relação inversa entre a rugosidade superficial das resinas compostas e o brilho. Esta constatação foi demonstrada pelos autores, na qual o aumento da rugosidade aumenta a reflexão difusa da superfície e conseqüentemente a reflexão especular (brilho) é reduzida. Vários outros trabalhos, utilizando-se de métodos de polimento ou ainda envelhecimento por escovação, verificam a correlação inversa entre rugosidade superficial e brilho de materiais odontológicos (Barucci-Pfister, Gohring, 2009; Costa J et al., 2010; Heintze et al., 2010; Sadidzadeh et al., 2010; Covey et al., 2011; Ereifej et al., 2013; Jain et al., 2013; Silva EM et al., 2013; Kamonkhantikul et al., 2014; St Germain, Samuelson, 2015).

Apesar desta forte correlação entre rugosidade e brilho muito evidente na literatura, existem trabalhos que não conseguem perceber esta correlação, ou a detectam somente para alguns dos materiais testados (Heintze et al., 2006; Anagnostou et al., 2010; Yazici et al., 2010). Nestes trabalhos (Barucci-Pfister, Gohring, 2009; Antonson et al., 2011), apesar de a rugosidade ser similar após a utilização de diversos sistemas de polimento, o brilho se mostrou diferente de acordo com o tipo de material, ou ainda houve aumento de rugosidade com aumento do reflexo especular, desrespeitando assim a relação inversa entre brilho e rugosidade. Os autores discutem a influência do tamanho das partículas na diferença do padrão de reflexo especular, possivelmente explicando os valores de brilho distintos (Antonson et al., 2011), sendo a resina de nanotecnologia com maiores valores de brilho (Lefever et al., 2012). Há relatos de que o tipo de partícula de carga também influencia na reflexo especular (Sadidzadeh et al., 2010).

De acordo com Costa J et al. (2010), apesar de a Durafill apresentar aumento de rugosidade de forma linear de acordo com a progressão dos protocolos de envelhecimento (escovação com pastas de diferentes RDAs), o brilho superficial deste material não se alterou. A explicação dos autores baseia-

se também no menor tamanho das partículas deste material em relação aos outros testados. Observações similares são encontradas quando da utilização de pastas com diferentes RDAs, gerando diferenças entre a rugosidades das resinas e pastas testadas, porém sem diferenças no brilho superficial (Costa JB et al., 2011). Há relatos em que além do tipo, tamanho e quantidade de carga das resinas compostas, a presença de pigmentos (Hosoya et al., 2011a), o tipo de matriz orgânica (Lee et al., 2005) e a qualidade melhorada de silanização (Lefever et al., 2014) podem ser também fatores influentes na falta de correlação entre brilho e rugosidade superficial de algumas resinas. A escala da rugosidade também parece ser importante para esta relação, uma vez que rugosidade superficial em escala micrométrica mostra relação com o brilho espectral, relação esta não observada em caso de macrorugosidade (Kakaboura et al., 2007)

Referente aos sistemas de acabamento e polimento, a utilização destes por um período de 3 ou 10 minutos levou a um aumento do brilho superficial, antes e após submissão a protocolos de envelhecimento induzido, para o grupo que recebeu polimento por 10 minutos (Waheeb et al., 2012). Quando da realização tardia de acabamento e polimento de espécimes em resina composta, Yazici et al. (2010), observa-se um aumento de dureza para todas os materiais testados, porém, o aumento de brilho foi relatado como material dependente e observado somente para uma resina testada.

Resumidamente, podemos esperar que a relação inversa entre rugosidade e brilho esteja presente quando da avaliação destas duas propriedades em resinas compostas. Também não podemos descartar a influência do material (tamanho e concentração das partículas de carga, índice de refração e possivelmente translucidez), quando esta relação entre as propriedades não puder ser comprovada.

Vários estudos relatam possíveis alterações do brilho superficial de

resinas compostas quando do envelhecimento induzido, utilizado para simular condições de envelhecimento que acontecem no ambiente bucal. Protocolos que simulam envelhecimento mecânico (Lee et al., 2005; Ardu et al., 2009), químico (Ardu et al., 2009; Polyzois et al., 2013) ou por clareamento sobre o brilho são reportados (Yalcin, Gurgan, 2005; Anagnostou et al., 2010). É aceito na literatura que o envelhecimento das resinas compostas, independente do envelhecimento utilizado, está principalmente relacionado à deterioração da matriz orgânica, com consequências também para a carga inorgânica (Drummond, 2008), e em algumas situações os diversos tipos de envelhecimento levam a resultados que são material-dependente (Yalcin, Gurgan, 2005; Hahnel et al., 2010).

Os efeitos químicos levam a uma perda de brilho possivelmente pela deterioração da matriz orgânica dos materiais resinosos (Ferracane, 2006; Barucci-Pfister, Gohring, 2009; Boaro et al., 2013), resultado confirmado pela elução destes materiais (Sideridou et al., 2007; Bauer, Ilie, 2013). Em estudo que utilizou um forno para simular a pós-cura do material, os efeitos de perda de brilho superficial após imersão em etanol não foram verificados, possivelmente pela polimerização complementar/tardia dos materiais estudados (Ardu et al., 2009).

Os relatos sobre os efeitos do clareamento sobre o brilho superficial reportam que a degradação da matriz orgânica (Durner et al., 2011), resultando em topografia irregular (Wang et al., 2011; Mendes et al., 2012; Markovic et al., 2014), é responsável pela perda de brilho a longo prazo (Anagnostou et al., 2010; Gouveia et al., 2016). Ainda que o tempo de contato do produto clareador talvez seja tão ou mais importante que a concentração ou modo de apresentação (gel ou tiras) do mesmo (Yalcin, Gurgan, 2005), apesar de existirem relatos conflitantes (Wang et al., 2011). Segundo Gouveia et al. (2016), a utilização de espessante não aumenta ou diminui os efeitos deletérios dos agentes clareadores

sobre o brilho superficial das resinas compostas testadas.

Quando da análise de efeitos mecânicos, excluindo-se os efeitos da escovação simulada acima citados, observa-se uma perda de brilho com métodos de simulação de desgaste, porém sem correlação forte com a rugosidade resultante do envelhecimento (Lee et al., 2005). O fator material é certamente responsável por estas observações.

Percebe-se que não existem muitos relatos sobre o efeito de envelhecimentos sobre o brilho superficial de resinas compostas e que na maior parte das vezes, a perda de brilho está relacionada com a deterioração da matriz orgânica destes materiais. Seria importante entender a perda de brilho de resinas compostas a longo prazo, uma vez que a falha da restauração pode estar associada a esta característica.

## **2.2 Percepção de brilho superficial**

A percepção de brilho superficial por observadores, diferentemente das características de brilho espectral, depende de vários fatores. De acordo com Brainard e Maloney (2004), a percepção de brilho superficial depende não só das propriedades dos objetos, mas também do espectro e da disposição espacial do iluminante. Chadwick e Kentridge (2015), em uma vasta revisão da literatura sobre percepção do brilho, discutem vários aspectos relacionados ao brilho subjetivo. O primeiro refere-se às propriedades de cor dos materiais, as quais influenciam a percepção do brilho superficial de objetos, sendo que quanto mais escuro o material, maior será a sensação de brilho (Motoyoshi et al., 2007). A distância do observador, a forma da superfície (se regular ou não / se esférica ou plana), tipo e direção da iluminação e a interação entre a

propriedade física do brilho e todos as interferências do mundo real também influenciam a percepção do brilho. A percepção do brilho superficial é muito importante pois entende-se como sendo um dos parâmetros para a determinação da aparência e reconhecimento de objetos (Ji et al., 2006).

O brilho perceptível é geralmente classificado em seis categorias (Chadwick, Kentridge, 2015): (1) Brilho especular, definido como lustre de reflexo percebido; geralmente utilizado em estudos e mais próximo da propriedade física de brilho; (2) Brilho em ângulo de visualização, definido como brilho percebido em ângulos de visualização, observado até em superfícies foscas (superfícies foscas podem apresentar brilho quando vistas de certos ângulos de visualização); (3) Brilho de contraste, definido como contraste entre o feixe especular e o restante da superfície, associado ao contraste observado entre o reflexo especular e outras áreas de reflexão difusa; (4) Névoa, definida como presença de um aspecto esbranquiçado ou leitoso adjacente à área de reflexo (como exemplo temos o aspecto esbranquiçado ao redor do reflexo em superfícies metálicas escovadas); (5) Brilho distinto de imagens refletidas, esta característica é percebida pela distinção ou nitidez de pseudo-imagens refletidas e observadas em superfícies; e (6) Brilho de ausência de textura superficial, definido como brilho superficial percebido quando pequenas irregularidades superficiais não possam ser detectadas.

Frente a estas observações, percebe-se que a avaliação do brilho superficial é uma tarefa complexa (Maloney, Brainard, 2010). Além disso, a constatação de brilho superficial pode fornecer ao observador informações importantes para se determinar a natureza física dos objetos, considerando-se os reflexos bidimensionais e a percepção do brilho (Ged et al., 2010).

A observação de brilho superficial é facilitada quando em objetos escuros (pretos), uma vez que somente a reflexão da luz é responsável quase que exclusivamente pela percepção do objeto. A difusão em subsuperfície é

inexistente, diferentemente de objetos translúcidos e transparentes (Motoyoshi, 2010), e a percepção de reflexos superficiais prevalece naqueles casos (Ged et al., 2010). Segundo Motoyoshi (2010), a percepção de brilho é prejudicada quando da observação de objetos translúcidos somente quando da constatação do brilho por reflexão de imagens, uma vez que as áreas de reflexão independem da translucidez do material.

De acordo com Marlow e Anderson (2013), o tipo de iluminante influencia na percepção do brilho. Em testes com luzes simulando a iluminação de uma cozinha, um arvoredo e o campus universitário, percebeu-se que objetos de formas diferentes parecem ser mais brilhantes em iluminação de cozinha. Estas constatações são sustentadas por uma maior definição da área de reflexo presente nos objetos avaliados em iluminação de cozinha, similarmente ao que acontece em objetos esféricos. A definição da área do reflexo no referido estudo se mostrou mais importante que o contraste do reflexo. Por outro lado, a área de cobertura do brilho parece ser mais importante que as duas características recém citadas (Marlow, Anderson, 2013). Ainda neste estudo, verificou-se que a angulação do feixe luminoso também influencia na percepção de brilho, diferentemente de outros relatos (Obein et al., 2004). Quando da dissociação de imagens de acordo com a reflexão difusa e a reflexão especular, e sobreposição destas mesmas imagens com rotações variadas, verificou-se que somente o padrão de reflexos não é compatível com a percepção de brilho (Anderson, Kim, 2009). A combinação com áreas escuras e áreas de reflexo parecem auxiliar na maior percepção de brilho por observadores. Com isto, quando da associação do tipo de iluminante com a mesoestrutura da superficial de objetos, detecta-se maior percepção de brilho (Marlow et al., 2012), onde o contraste, a profundidade de campo e a definição do reflexo são influentes. Há relatos que diferentes iluminantes influenciam a percepção de brilho independentemente da quantidade de reflexo especular e reflexão difusa (Olkkonen, Brainard, 2010).

A percepção e a interpretação de brilho podem ser de extrema importância em odontologia, uma vez que em estudos com objetos de diferentes texturas, constatou-se que alterações na curvatura de superfícies brilhantes resulta em alteração da percepção de forma, tamanho e distribuição de áreas de reflexo do objeto, o que por sua vez altera também a percepção de brilho (Ho et al., 2008). Ainda neste mesmo estudo, similarmente a outros relatos (Marlow et al., 2012), definiu-se a influência da presença de áreas reflexos e mesoestrutura contrastante (presença relevo superficial com contraste) na percepção de brilho (em 27% de objetos com relevo contrastante) e na alteração de relevo (em 11% de objetos com áreas de brilho). Outros estudos também definem a influência da microestrutura na percepção de brilho (Qi et al., 2015). Todas estas constatações podem, de certa forma, ocorrer quando da realização e acabamento/polimento de restaurações adesivas diretas.

Ainda para a interpretação do brilho superficial, Granzier et al. (2014) relatam que quando o brilho é determinado por uma ou várias áreas de reflexo, melhora-se a detecção de cor de objetos reais com formatos tridimensionais. Este fato pode ser facilmente extrapolado para a área odontológica, na qual os dentes e restaurações apresentam estas características de relevos irregulares com várias áreas de reflexão.

Em estudo realizado com superfícies irregulares (Kim et al., 2012), verifica-se a influência da associação de áreas de reflexos associadas a áreas escuras de reflexo difuso, chegando a conclusão que esta associação auxilia a percepção de brilho, desde que estas áreas adjacentes de reflexão escura não se apresentem desfocadas.

Há relatos que a percepção do brilho superficial de objetos não está somente relacionada com o formato, características superficiais (refletância) e com as características do campo de iluminação, mas também esta propriedade é influenciada pelas características do campo de fundo em que estão submetidos

(Kucukoglu et al., 2015). Fundos escuros resultam em percepção de maior brilho de superfície (Doerschner et al., 2010). Ainda, a presença artificial de áreas de reflexos claros, em objetos escuros, cria a sensação ilusória de brilho, até mesmo em superfícies completamente opacas. Nestas situações, fundos brancos resultam em percepção mais realista do brilho superficial dos materiais em comparação com fundos pretos, nos quais estes referidos objetos apresentem-se mais brilhantes (Doerschner et al., 2010).

Objetos/áreas podem parecer mais escuros (menor valor) se o campo adjacente apresentar uma superfície irregular e brilhante em comparação ao mesmo entorno com características opacas (Schmid, Anderson, 2014). Ainda, a presença de área brilhante no entorno leva a uma maior consistência na determinação da luminosidade de objetos, quando de várias comparações.

A influência da habilidade dos observadores foi detectada em estudo da influência do brilho e da regularidade da superfície do entorno, quando da observação de objetos (Schmid, Anderson, 2014).

Clinicamente, além do campo de visão restrito, uma vez que as restaurações de resina composta estão dentro da cavidade bucal, apresentando possivelmente restrição de iluminação e/ou ângulo para visualização da reflexão especular, a presença de saliva pode influenciar em possíveis diferenças de padrão de brilho entre dente/restauração. Isto possivelmente ocorre uma vez que a reflexão especular de objetos com superfície coberta por líquido é resultante da reflexão do líquido, sendo dependente da espessura do mesmo (Tanaka et al., 1985). Em estudo realizado por Tanaka et al. (1985), a cobertura de placa metálica opaca com óleo de mamona, resultou em brilho superficial similar a superfície polida quando da utilização de película de óleo de 3,1  $\mu\text{m}$  de espessura.

Em testes que simulam o mundo real, com a presença de iluminação especular e difusa, o brilho superficial é detectado com maior facilidade

(Scheller Lichtenauer et al., 2013; Sharan et al., 2014), fato possivelmente associado à habilidade do sistema visual dos indivíduos.

Em odontologia, a relação entre rugosidade superficial e percepção de brilho por observadores é relatada em um relato da literatura (Barucci-Pfister, Gohring, 2009). Por outro lado, parece ser claro que a relação entre brilho especular e percepção de brilho é fraca (Obein et al., 2004; Barucci-Pfister, Gohring, 2009).

Fora estas poucas constatações em odontologia, percebe-se que não há relatos sobre percepção de brilho superficial nesta área. Como esta característica pode influenciar a percepção do dente, e ainda alterar a percepção de sua forma, tamanho e até cor, torna-se muito importante o entendimento desta propriedade e suas correlações com as peculiaridades odontológicas.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Com base no exposto na revisão de literatura, torna-se evidente a necessidade de entendimento sobre o brilho superficial de materiais odontológicos e como os mesmos podem influenciar e ser influenciados na prática odontológica. Partindo desta premissa, este estudo propôs-se estudar a influências das propriedades de resinas compostas (cor, translucidez, espessura e presença de anteparo opaco), do meio de propagação da luz (luz do dia, luz fluorescente e incandescente), da percepção por diferentes observadores (cirurgiões-dentistas, estudantes de odontologia e leigos), e dos efeitos deletérios possivelmente presentes na cavidade bucal, sobre o brilho superficial deste material.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta tese foi dividida em sete estudos menores e a metodologia será também dividida para facilitar a leitura e o entendimento.

Os três primeiros estudos estão relacionados à possível influência das propriedades das resinas compostas no brilho superficial espectral, medido por meio de medidor de brilho com angulação de  $60^{\circ}$  e área de leitura de  $4 \text{ mm}^2$ . Nestes estudos temos a verificação de possíveis influências no brilho de acordo com a variação da cor e translucidez das resinas compostas, de acordo com a espessura e translucidez das resinas e ainda a possível influência de anteparo opaco sob resina de esmalte com diversas espessuras.

O quarto estudo verifica a possível influência do meio de propagação da luz na percepção do brilho superficial por observadores. O quinto trabalho verifica a influência de diferentes observadores (se leigos, estudantes de odontologia ou cirurgiões-dentistas) na percepção do brilho superficial de resina composta.

Os dois últimos trabalhos determinam o efeito de protocolos de envelhecimento que simulam condições clínicas (envelhecimento mecânico, térmico, químico, por luz, na água e ainda com agentes clareadores) na deterioração desta propriedade óptica.

A resina composta nanoparticulada Z350 (3M ESPE) foi utilizada em todos os estudos. As variações de cor e translucidez, quando pertinentes, estão descritas em cada estudo individualmente. Para os estudos dos efeitos do envelhecimento (estudos 6 e 7) sobre o brilho superficial, as resinas Durafill VS (Heraeus Kulzer) e Empress Direct (Ivoclar) também foram utilizadas. Os agentes clareadores Opalescence Boost 38% e Opalescence PF 15% (Ultradent) foram utilizados no estudo do envelhecimento com agentes clareadores.

As características de todos os materiais utilizados nos estudos desta tese estão presentes no quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados e suas composições

<b>MATERIAL</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>
Durafill VS - Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha	Resina composta microparticulada	UDMA; TEGDMA; Bis-GMA; canforoquinona; part. orgânicas e inorgânicas: sílica (0,02-0,07 µm) e carga orgânica (10-20µm) – 66% vol
Filtek Z350 XT – 3M ESPE, Sumaré, São Paulo, Brasil	Resina composta nanoparticulada	Bis-GMA; Bis-EMA; UDMA; TEGDMA; PEGDMA. canforoquinona; carga sílica (20 nm), carga zircônia (4-11 nm) não agregados. Agregados sílica zircônia 0,6-20 µm 63,3w%
IPs Empress Direct	Resina composta microhíbrida	Dimetacrilato (20w%), Vidro bário (0,4 - 0,7µm), óxidos e vidro Ba-Al-fluorsilicato (50 – 78w%), trifluoreto de Ytérbio 9,8w%, Pré- polimeros 19,6w%, catalisadores e estabilizadores 0,4w%, pigmentos <0,1w%
Opalescence Boost 38% - Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil	Gel clareador para uso em consultório	Peróxido de hidrogênio 38%; 1,1% de fluoreto de sódio; 3% de nitrato de potássio
Opalescence PF 15% - Ultradent, Indaiatuba, São Paulo, Brasil	Gel clareador para uso caseiro	Peróxido de carbamida 15% (pH 6,5%), nitrato de potássio e íon de fluoreto 0,15% peso a peso (1,100 ppm)

UDMA: Uretano Dimetacrilato; Bis-GMA: Bisfenol A Glicidil Dimetacrilato; Bis-EMA: Bisfenol A Metacrilato Etoxilado; TEGDMA: Trietileno Glicol Dimetacrilato; PEGDMA: Poli Etileno Glicol Dimetacrilato

A fabricação dos espécimes em resina composta foi semelhante para todos os estudos e a metodologia será descrita neste tópico.

Para todos os projetos, os espécimes cilíndricos foram fabricados em moldes metálicos bipartidos (Figura 2). O dispositivo é composto por uma base na qual são acopladas matrizes bipartidas metálicas com orifícios de 6mm e espessuras variadas. A resina composta testada foi aplicada no orifício das matrizes bipartidas em incremento único ou em dois incrementos de 1,5 mm para a fabricação de espécimes de 3,0 mm de espessura. Sobre a última camada de resina composta, antes da fotopolimerização, foi posicionada uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro para melhor adaptação do material inserido no orifício. Cada incremento foi fotopolimerizado por 40 segundos com lâmpada LED (Radii-Cal - SDI, Victoria, Austrália) a  $900 \text{ mW/cm}^2$ , aferido por meio de radiômetro. A ponta da unidade fotopolimerizadora foi colocada em contato com a superfície metálica do dispositivo utilizado para a confecção dos espécimes para padronizar a irradiância recebida pelos espécimes.

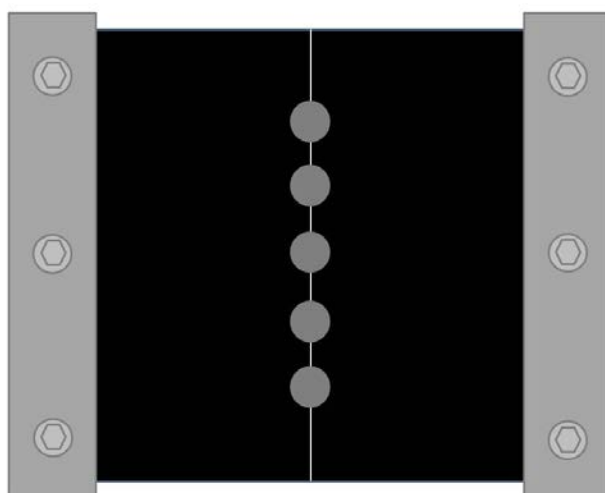


Figura 2 – Esquema do dispositivo metálico utilizado para confecção das amostras de resina composta.

Para todos os projetos, as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Statistica 8.0 for Windows.

#### **4.1 ESTUDO 1 - Influência da cor e translucidez de resina composta no brilho superficial espectral**

Para este estudo foi utilizada a resina composta nanoparticulada Z350 – 3M ESPE, nas cores A1E, A1D, A2E, A2D, A3E e A3D. Foram confeccionados 60 corpos de prova de acordo com a metodologia descrita anteriormente. Todos os espécimes apresentavam 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura.

##### **4.1.1 Divisão dos Grupos**

A divisão dos espécimes foi realizada de acordo com a translucidez (dentina ou esmalte) e a cor (A1, A2 e A3) da resina composta estudada, totalizando seis grupos (n=10) de acordo com a representação a seguir (Figura 3):

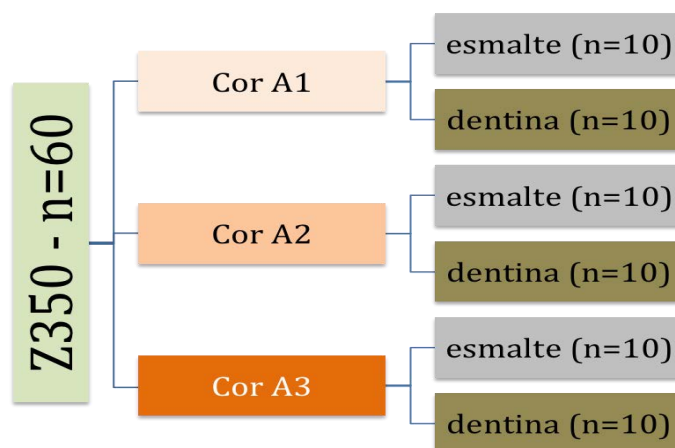


Figura 3 – Divisão dos grupos estudados de acordo com a translucidez e cor da resina composta.

#### 4.1.2 Polimento superficial

Após a divisão nos respectivos grupos, a base dos espécimes foi marcada com lâmina de bisturi para facilitar a determinação da superfície a ser avaliada (superfície oposta). Os espécimes ficaram imersos em água por um período de 24 horas. Os espécimes em seguida receberam polimento superficial sequencial com lixas de granulação de 1200, 2400 e 4000 (Fepa-P, Extec, Enfield, CT, USA), por 30 segundos nas duas primeiras granulações e 120 segundos na última. As lixas foram acopladas a uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, Brasil), sob refrigeração constante com água. Um dispositivo metálico foi utilizado para polimento das superfícies (Figura 4A-D). Este dispositivo auxiliou na obtenção de superfície plana com exposição similar para todos os espécimes às lixas utilizadas.

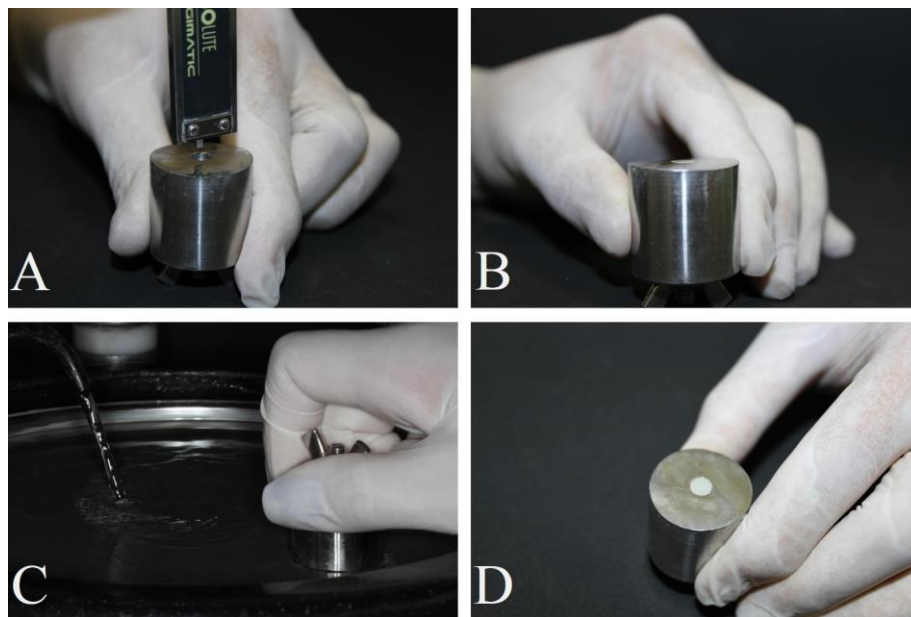


Figura 4 – Sequência para polimento dos espécimes. A: Determinação da espessura do dispositivo. B: Espécime posicionado no dispositivo para polimento. C: Aplainamento e polimento da superfície do espécime. D: Espécime polido.

Após o polimento dos espécimes, estes foram submetidos à limpeza ultrassônica por 5 minutos, objetivando a remoção de qualquer resíduo proveniente do polimento e incorporado à superfície da resina composta (AlQahtani, 2013).

#### 4.1.3 Leitura do Brilho Espectral

A leitura do brilho espectral foi similar para todos os estudos desta tese. Para tal, empregou-se o aparelho Novo-Curve (Figura 5), o qual utiliza parâmetros de leitura de área quadrada de 2 mm X 2 mm, geometria de 60<sup>0</sup> (incidência da luz), e os resultados são expressos em Unidades de Brilho (UB) (Anagnostou et al., 2010; Hosoya et al., 2011a; Lefever et al., 2012). Um

posicionador metálico foi utilizado para bloquear a luz e eliminar possíveis interferências da luz ambiente presente (Antonson et al., 2011). Três medições aleatórias foram realizadas para cada espécime e a média destas três medições foi utilizada como valor de brilho espectral.



Figura 5 – Equipamento utilizado para determinação do brilho superficial – Novo-Curve (Rhopoint TM, East Sussex, England).

#### 4.1.4 Análise Estatística

Neste estudo, que tem como unidade experimental a resina composta, foram consideradas duas variáveis independentes: a cor da resina composta e a opacidade. O primeiro fator referente à cor apresenta três categorias: A1, A2 e A3. O segundo fator à opacidade apresenta duas categorias: resina composta de esmalte e de dentina. A variável dependente foi a determinação do brilho espectral superficial.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Koromogolov-Smirnov) e ao teste de variância a dois fatores, todos com nível de significância a 5%.

## 4.2 ESTUDO 2 - Influência translucidez e espessura de resina composta sobre o brilho superficial espectral

Para este estudo foi utilizada a resina composta nanoparticulada Z350 – 3M ESPE, nas cores A2E e A2D. Foram confeccionados 80 corpos de prova de acordo com a metodologia descrita anteriormente, respeitando-se as diferentes espessuras estudadas (0,5, 1,0, 2,0 e 3,0 mm).

### 4.2.1 Divisão dos Grupos

Os espécimes foram fabricados em resina na cor A2 e distribuídos nos respectivos grupos de acordo com a espessura (0,5 mm, 1,0 mm, 2,0 mm, 3,0 mm) e translucidez (resina de esmalte ou dentina), de acordo com a figura 6.

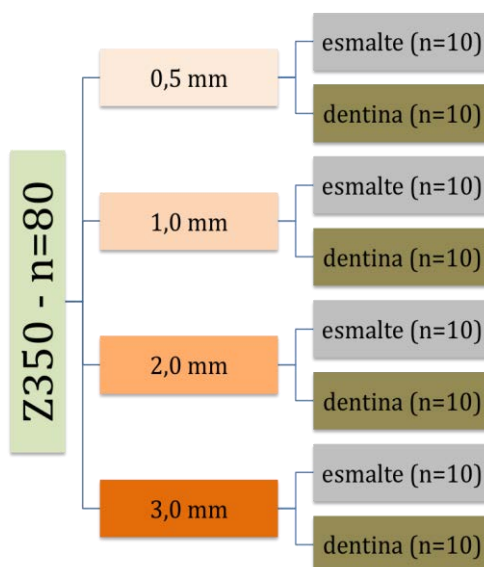


Figura 6 – Distribuição dos espécimes de acordo com os grupos estudados em relação à espessura (0,5 mm, 1,0 mm, 2,0 mm e 3,0 mm) e translucidez do material (resina de esmalte ou dentina).

### **4.2.2 Polimento superficial**

O polimento superficial seguiu o mesmo protocolo anteriormente descrito no item 4.1.2.

### **4.2.3 Leitura do Brilho Espectral**

A leitura do brilho foi realizada seguindo o protocolo já descrito anteriormente (item 4.1.3).

### **4.2.4 Análise Estatística**

Neste estudo, que tem como unidade experimental a resina composta, foram consideradas duas variáveis independentes: a espessura e a translucidez. O primeiro fator referente à espessura apresenta quatro categorias: 0,5, 1,0, 2,0 e 3,0 mm. O segundo fator referente à opacidade apresenta duas categorias: resina composta de esmalte e de dentina. A variável dependente foi a determinação do brilho espectral superficial.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Koromogolov-Smirnov) e ao teste de variância a dois fatores, todos com nível de significância a 5%.

### 4.3 ESTUDO 3 - Influência de anteparo opaco (A2D) sob espécimes de resina composta translúcida (A2E) de diversas espessuras no brilho superficial espectral

Para este estudo foi utilizada a resina composta nanoparticulada Z350 – 3M ESPE, nas cores A2E e A2D. Foram confeccionados 41 corpos de prova de acordo com a metodologia descrita anteriormente.

#### 4.3.1 Divisão dos Grupos

Foram confeccionados 40 espécimes de 6 mm de diâmetro da resinas A2E, sendo 10 para cada espessura (0,5, 1,0, 2,0 e 3,0 mm) e um espécime de 2 mm de espessura na cor A2D que serviu como anteparo para os espécimes de esmalte. A distribuição e características dos espécimes estão apresentados na figura 7.

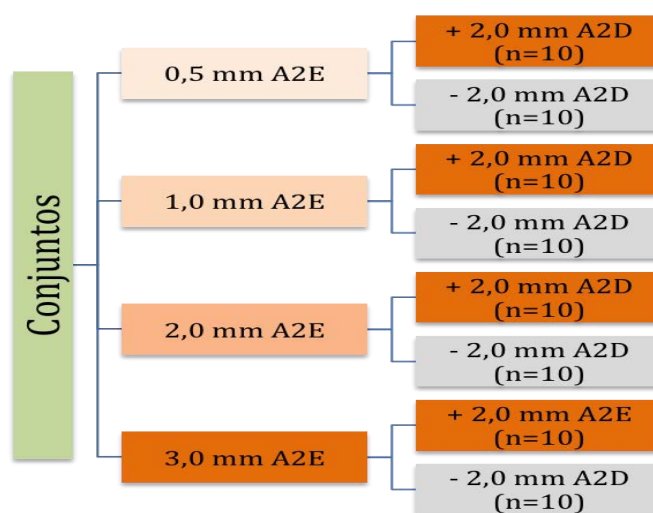


Figura 7 – Distribuição dos espécimes de acordo com os grupos estudados em relação à espessura (0,5 mm, 1,0 mm, 2,0 mm e 3,0 mm) associados ou não ao espécime de dentina de 2 mm na cor A2D.

### 4.3.2 Polimento superficial

O polimento superficial seguiu o mesmo protocolo anteriormente descrito no item 4.1.2. O polimento foi realizado também para o espécime em resina A2D que foi utilizado como anteparo para a medida do brilho superficial espectral.

### 4.3.3 Leitura do Brilho Espectral

A leitura do brilho superficial foi realizada seguindo o protocolo já descrito anteriormente (item 4.1.3).

Os espécimes de esmalte com diferentes espessuras tiveram o brilho aferido com e sem a presença de anteparo opaco.

Quando da leitura com anteparo opaco (A2D 2 mm), os espécimes de esmalte foram colocados em posição para a leitura e em seguida o anteparo de resina opaca foi utilizado. Por se tratar de um “conjunto único”, entre estes dois espécimes foi aplicada com um microaplicador uma camada de polietileglicol 400, objetivando o contato óptico destes dois espécimes. Este passo foi repetido para todos os espécimes anteriormente à leitura do brilho superficial e o mesmo espécime de anteparo foi utilizado para todas as leituras. O polietilenoglicol 400 apresenta propriedades plastificantes devido à lubrificação e higroscopicidade. O índice de refração ( $\approx 1,50$ ) similar às estruturas dentárias e às resinas compostas permite que exista um contato óptico, reduzindo/eliminando assim a possibilidade de alteração da direção do feixe de luz quando este atinge esta interface de transição. Desta forma espera-se que esta interface de união não interfira possivelmente com os valores de brilho obtidos.

#### **4.3.4 Análise Estatística**

Neste estudo, que tem como unidade experimental diferentes composições de conjuntos de resinas compostas, seja pela interposição de um anteparo de resina composta opaca (A2D) ou ainda pela alteração da espessura da resina composta mais translúcida (A2E), consideraram-se a utilização do anteparo opaco e a espessura da resina composta de esmalte como variáveis independentes. O fator anteparo apresentou dois níveis: com ou sem utilização do anteparo; o fator espessura apresentou quatro níveis: 0,5, 1,0, 2,0 e 3,0 mm. A variável dependente foi a determinação do brilho superficial.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Koromogolov-Smirnov) e ao teste de variância a dois fatores, todos com nível de significância a 5%.

#### **4.4 ESTUDO 4 - Influência de iluminantes na percepção do brilho superficial de resina composta por diferentes observadores**

Como este projeto envolveu a opinião de observadores, o mesmo foi submetido ao comitê de ética local, por meio da plataforma Brasil, para apreciação. O projeto teve parecer favorável e foi aprovado (ANEXO A).

Os espécimes de resina composta (n=6) deste estudo foram confeccionados de acordo com os protocolo já descrito anteriormente, e apresentaram 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura. A resina composta nanoparticulada (Z305 – 3M ESPE) na cor A2E foi utilizada. Também foi utilizado um padrão de esmalte bovino apresentando as mesmas especificações dos espécimes em resina composta, ou seja 6 mm de diâmetro e 1 mm de

espessura.

#### 4.4.1 Obtenção do padrão em esmalte bovino

O padrão em esmalte foi obtido por corte da coroa de um incisivo bovino com broca trefina diamantada de 6 mm de diâmetro interno, acoplada na máquina de corte de amostras circulares (Figura 8).

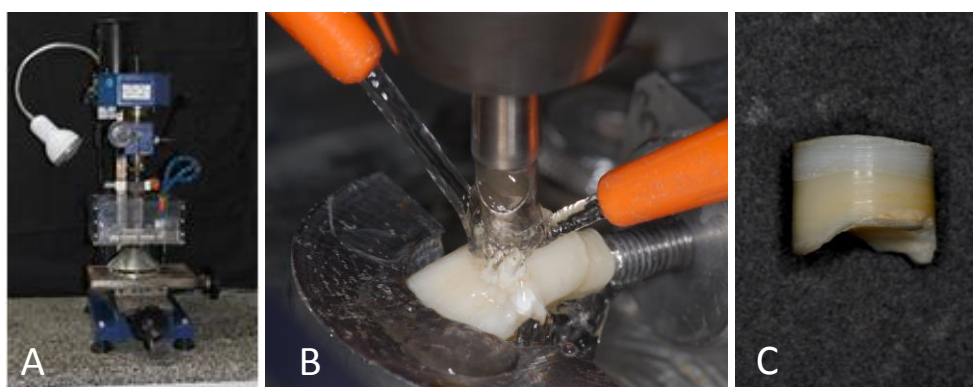


Figura 8 – Máquina de corte para amostras circulares (A); Dente sendo cortado com trefina diamantada de 6mm (B); espécime de esmalte-dentina antes do polimento (C).

Anteriormente ao polimento da superfície de esmalte, o espécime recebeu remoção do excesso de dentina. Para esta etapa, o dispositivo de polimento (Figura 4) recebeu padronização da cavidade em 1,2 mm. O espécime foi acondicionado neste dispositivo com a dentina voltada para a área externa e a dentina em seguida desgastada em lixa 1200. O espécime resultante apresentava superfície de esmalte não plana e espessura em 1,2 mm. A profundidade da cavidade do dispositivo foi regulada em 1 mm e o espécime foi polido, com a superfície de esmalte voltada para fora, seguindo os passos do

item 4.1.2. Em seguida, determinou-se o comportamento de polimento do esmalte bovino de acordo com a metodologia empregada, uma vez que parâmetros de brilho superficial de esmalte não estavam disponíveis na literatura. O brilho superficial do esmalte bovino ficou próximo a 85 UB, e este foi o valor empregado para as comparações neste estudo.

#### **4.4.2 Divisão dos grupos de resina composta**

A divisão dos espécimes foi realizada de acordo com o brilho superficial dos mesmos. Foram divididos em 10 UB, 25 UB, 40 UB, 55 UB, 70 UB e 85 UB. Estes parâmetros foram confirmados em testes pilotos de polimento durante a determinação da metodologia deste estudo.

#### **4.4.3 Polimento dos espécimes**

Após vários testes de polimento e determinação de brilho superficial, chegou-se ao seguinte protocolo: Todos os espécimes receberam polimento superficial inicial com lixas de granulação 1200 e 2400 (Fepa-P, Extec, Enfield, CT, USA), por 30 segundos cada. Esta etapa permitiu a obtenção superfícies planas regulares, característica importante na avaliação do brilho superficial. Em seguida, os espécimes receberam protocolos diferentes de polimento nas lixas 1200, 2400 e/ou 4000 de acordo com o brilho superficial do grupo que pertenciam. O espécime do grupo de 10 UB recebeu polimento em lixa 1200 com 1 movimento circular em forma de 8, sustentados por polegar sem pressão. O espécime do grupo 25 UB recebeu polimento similar ao grupo 10 UB com

exceção do número de movimentos circulares, sendo realizados 2 movimentos na lixa 1200. Para o grupo 40 UB, foi realizado um movimento circular na lixa 1200 e um movimento na lixa 2400. O espécime de 55 UB recebeu sete movimentos circulares na lixa 2400. O grupo com 70 UB recebeu um movimento circular na lixa 2400 e dois movimentos na lixa 4000. O grupo de 85 UB recebeu polimento na lixa 4000 por 30 segundos.

Após o polimento dos espécimes e anteriormente a leitura de brilho, estes foram submetidos à limpeza ultrassônica com água por 5 minutos, objetivando a limpeza da superfície da resina composta. Após realização do procedimento de polimento e anteriormente ao teste de observação, os espécimes tiveram o brilho superficial reavaliado, no qual constatou-se estabilidade de valores de brilho de acordo com cada grupo.

#### **4.4.4 Seleção dos observadores**

Foram selecionados 20 participantes, profissionais da Odontologia ou não, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para participação no estudo (APÊNDICE A). Cinco observadores foram excluídos por falta de acuidade visual. Os quinze restantes (5 leigos, 5 alunos de graduação e 5 profissionais) não apresentaram qualquer limitação visual. Quando da análise do gráfico de Snellen (Figura 9), os participantes apresentaram pelo menos correção visual 10/10 para perto (ou 10/3 na escala métrica). Isto significa que os participantes deveriam acertar pelo menos 80% das letras da linha 10 quando a uma distância de 3 metros do gráfico. Os participantes também foram questionados sobre a visão estereoscópica, que detecta diferenças de visão entre os dois olhos, a qual deveria ser normal (Ged et al., 2010), ainda utilizando o gráfico de Snellen.

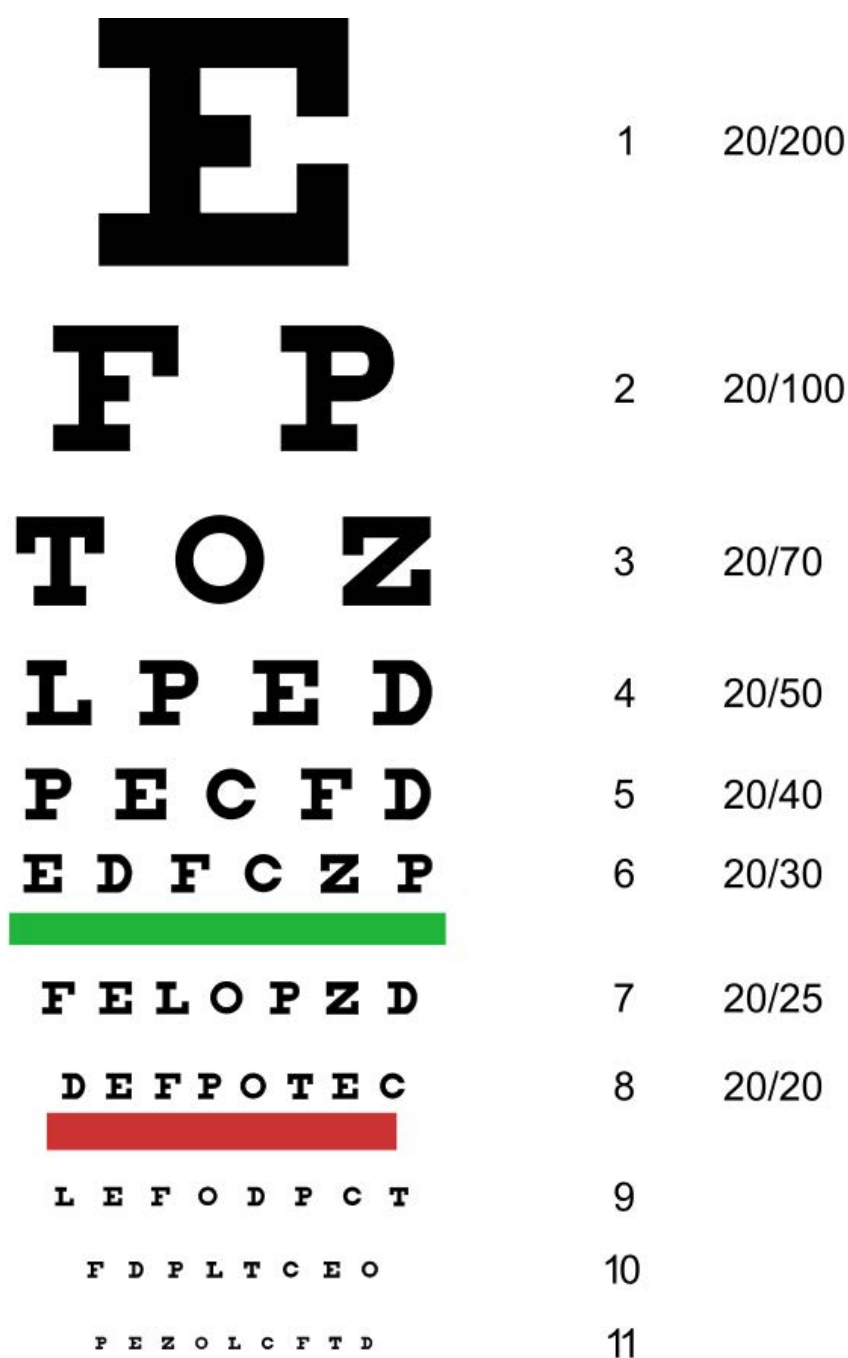


Figura 9 – Gráfico de Snellen para determinação da acuidade visual de perto.

Os dados genéricos dos participantes (dados pessoais, a atividade exercida e o tempo de atuação profissional; o telefone e e-mail para contato) foram anotados em formulários específicos.

#### 4.4.5 Avaliação da percepção de brilho com diferentes meios de propagação da luz (iluminantes)

As amostras, de cada grupo de brilho (10 UB, 25 UB, 40 UB, 55 UB, 70 UB e 85 UB), foram dispostas individualmente em cabine de luz (MM – 2E/UV, Konica Minolta, New Jersey, EUA) (Figura 11), juntamente com o padrão de esmalte bovino polido. As amostras foram adaptadas a dispositivos que permitiam a incidência da luz na superfície das amostras com um ângulo de  $60^\circ$  (Figura 10). Os observadores também verificaram as superfícies das amostras em um ângulo de  $60^\circ$  para que o brilho superficial fosse avaliado (Ged et al., 2010; Chadwick, Kentridge, 2015) (Figuras 10 e 11).

A ordem e disposição das amostras foi realizada de forma aleatória para cada observador. Para tal, gerou-se uma lista de aleatorização utilizando o site [www.sealedenvelope.com](http://www.sealedenvelope.com) (ANEXO B).

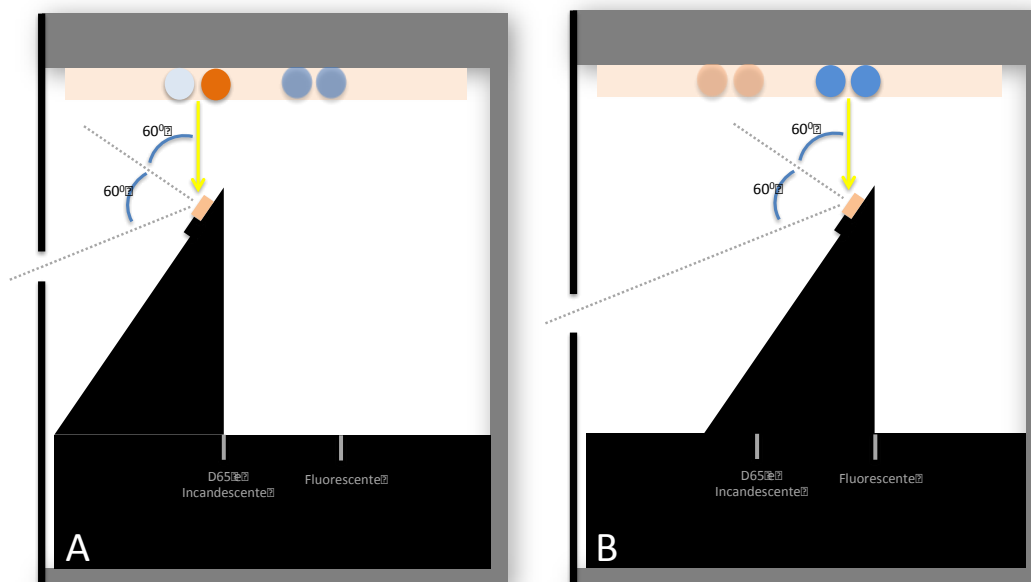


Figura 10 – Imagens representativas da disposição da amostra e visualização com Luz D65 e Incandescente (A) ou Fluorescente (B), de acordo com a disposição das luzes na Cabine.



Figura 11 – Amostras em cabine de Luz sendo testadas. A - Luz D65; B- Luz Incandescente; C - Luz Fluorescente; D - Cabine com direcionador de visualização em ângulo de  $60^{\circ}$ .

Os observadores realizaram 1 observação para cada grupo de brilho pré-determinado (10 UB, 25 UB, 40 UB, 55 UB, 70 UB e 85 UB) em comparação com o espécime de esmalte a 85 UB, alternando-se o iluminante (D65 – luz do dia, A – luz incandescente e F – luz fluorescente), num total de 18 avaliações por operador conforme esquema a seguir (Figura 12).

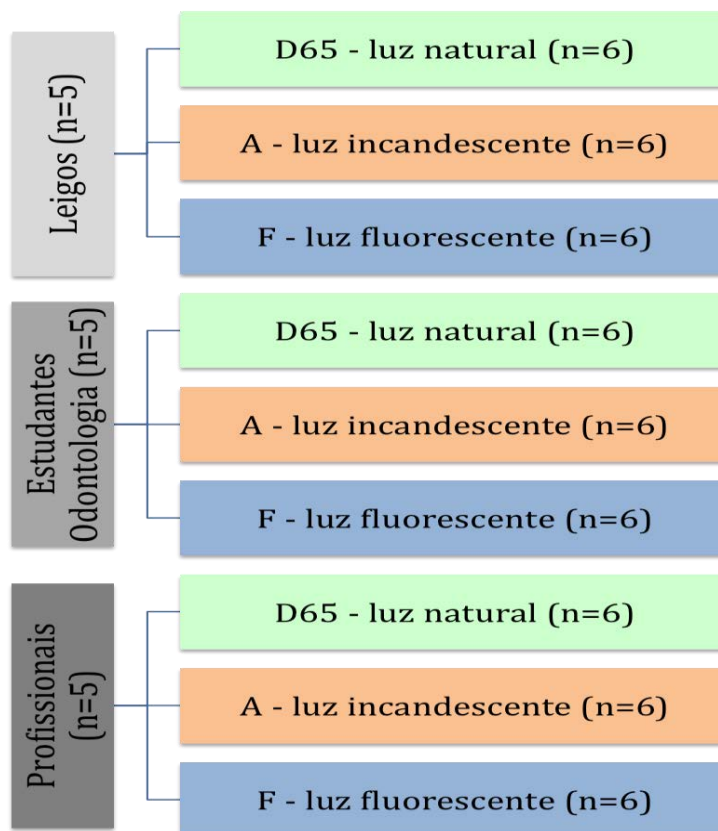


Figura 12 – Leituras realizadas de acordo com o observador, tipo de iluminante para cada grupo de brilho pré-determinado.

Os observadores responderam aos seguintes questionamentos: 1 – Os dois espécimes apresentam o mesmo brilho? 2 – Caso negativo, qual apresenta o maior brilho? Os dados foram anotados em fichas e a porcentagem de perceptibilidade foi determinada para cada grupo de avaliação, em cada condição de iluminação.

A porcentagem de perceptibilidade da diferença de brilho foi definido pelo número de respostas corretas em cada grupo, dividido pelo número total de observações, multiplicado por 100 [%P = (Obs Corretas/ Total Obs)\*100].

Os resultados foram analisados por meio de Modelo Generalizado Linear/Não-linear, pelo teste de regressão não-linear Modelo Probit (5%) (Douglas et al., 2007), a qual teve a resposta binária como variável dependente

(acerto ou erro da comparação do brilho), variável de frequência (número de observações de erro e acerto) e variáveis independentes (diferentes iluminantes e variação de brilho entre os espécimes avaliados). O valor de p resultante menor que 0,05 denota que as variáveis independentes influenciam as respostas dos observadores em relação à comparação do brilho superficial.

#### **4.5 ESTUDO 5 - Percepção do brilho superficial de resinas compostas entre profissionais ou não profissionais da Odontologia**

Por se tratar de um estudo com entrevista de pacientes/observadores, o mesmo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética local (Anexo A)

Para este estudo foi utilizada a resina composta nanoparticulada Z350 – 3M ESPE, na cor A2E. Foram confeccionados 12 espécimes de 6 mm de diâmetro 1 mm de espessura de acordo com a metodologia descrita anteriormente.

##### **4.5.1. Divisão dos Grupos**

A divisão dos espécimes foi realizada de acordo com o brilho inicial, medido por medidor de brilho superficial, seguindo metodologia já descrita anteriormente. Seis grupos (n=2) contendo espécimes com brilho superficial de 10 UB, 25 UB, 40 UB, 55 UB, 70 UB ou 85 UB fizeram parte deste estudo. Estes parâmetros de brilho foram confirmados em testes pilotos durante a realização deste estudo. As leituras seguiram distribuição presente na figura 13.

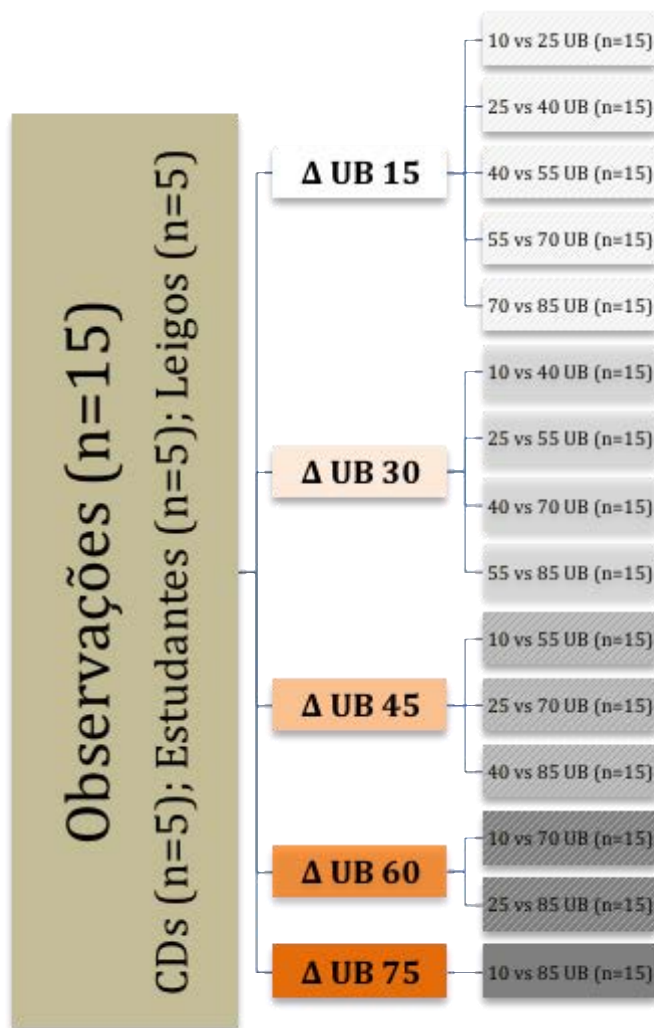


Figura 13 – Leituras realizadas de acordo com o  $\Delta$  UB para as várias combinações possíveis.

#### 4.5.2. Polimento dos Espécimes

Os espécimes receberam polimento seguindo protocolo similar ao descrito no item 4.4.3. Dois espécimes com 10, 25, 40, 55, 70 ou 85 UB compuseram os grupos.

### **4.5.3 Seleção dos observadores**

Foram selecionados 20 observadores de acordo com os parâmetros descritos no item 4.4.4. Cinco observadores foram excluídos por não apresentarem acuidade visual, condição já descrita no estudo anterior. Do quinze restantes, cinco não eram profissionais de odontologia, cinco eram estudantes de odontologia e cinco eram cirurgiões-dentistas.

### **4.5.4 Avaliação da percepção de brilho superficial de resina composta por diferentes observadores**

As amostras foram dispostas em cabine de luz (MM – 2E/ UV, Konica Minolta, New Jersey, EUA) duas a duas, de forma aleatória seguindo lista gerada em software específico (ANEXO C). As amostras foram iluminadas utilizando o iluminante D65, o qual simula a luz do dia (Figuras 10 e 11). As amostras foram adaptadas a dispositivos que permitiam a incidência da luz na superfície das amostras com um ângulo de 60°. Os observadores também verificaram as superfícies das amostras em um ângulo de 60° durante a qualificação do brilho superficial (Ged et al., 2010; Chadwick, Kentridge, 2015).

Os avaliadores classificaram as amostras em questão respondendo as seguintes questões: 1 – os dois espécimes apresentam o mesmo brilho ou não? 2 – Caso negativo, qual apresenta o maior brilho?

Os resultados foram analisados por meio Modelo Generalizado Linear/Não-linear, pelo teste de regressão não-linear Modelo Probit (5%) (Douglas et al., 2007), a qual tem resposta binária como variável dependente

(acerto ou erro da comparação do brilho), variável de frequência (número de observações de erro e acerto) e variáveis independentes (diferentes observadores e variação de brilho entre os espécimes avaliados). O valor de p resultante menor que 0,05 denota que as variáveis independentes influenciam nas respostas dos observadores.

Para este estudo também utilizou-se a função de estimativa não-linear no modelo Probit para se determinar o limite de perceptibilidade da variação de brilho entre os espécimes. Este limite é definido na literatura como sendo o ponto em que mais de 50% dos observadores conseguem ver realmente diferenças (Ruyter et al., 1987; Douglas et al., 2007; Anagnostou et al., 2010; Sharan et al., 2014).

#### **4.6 ESTUDO 6 - Influência de diferentes envelhecimentos artificiais sobre o brilho superficial de resinas compostas**

Para este estudo foram utilizadas 3 marcas de resina composta (Durafill, Heraeus; FiltekZ350, 3M ESPE; Empress Direct, Ivoclar Vivadent), as quais possuem diferentes tamanhos e quantidades de carga (Quadro 1). Foram confeccionados 60 corpos de prova de cada resina composta na cor A2 esmalte. Os corpos de prova apresentavam 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura.

##### **4.6.1 Divisão dos grupos**

Sessenta corpos de prova foram confeccionados de cada resina composta. Estes, após o processo de polimento superficial e primeira leitura de

brilho, foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos (n=15) de acordo com o envelhecimento artificial estudado, sendo envelhecimento mecânico, térmico, químico ou induzido por luz de xenônio.

#### **4.6.2. Avaliação do brilho superficial**

A leitura do brilho foi realizada utilizando-se o protocolo já descrito em 4.1.3.

#### **4.6.3. Delineamento Experimental**

Após a confecção dos espécimes de cada material, foi realizada a leitura inicial de brilho superficial (L1). A seguir, as amostras de cada tipo de resina foram aleatoriamente divididas em 4 subgrupos (n=15), de acordo com o envelhecimento ao qual foram submetidas. Foram realizadas 2 leituras de brilho superficial em fases intermediárias dos envelhecimentos (L2 e L3) e após o término do envelhecimento realizou-se a leitura final (L4). Os parâmetros utilizados para a L2, L3 e L4 foram os mesmos registrados em estudos presentes na literatura. A figura 14 mostra o delineamento experimental do trabalho.

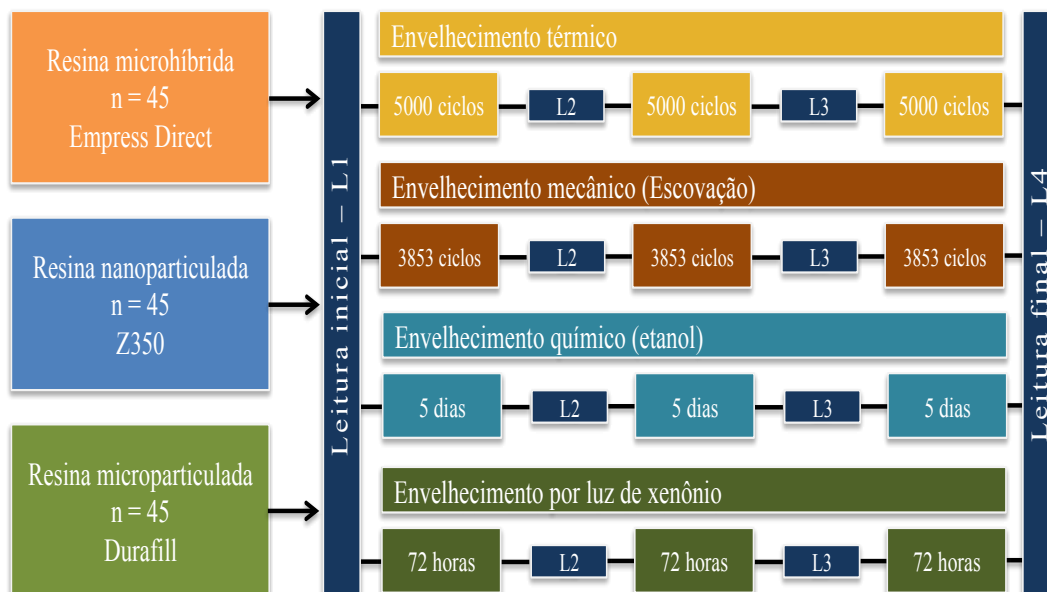


Figura 14 – Delineamento Experimental do estudo com os envelhecimentos e etapas de leitura do brilho superficial.

#### 4.6.4 Envelhecimento Artificiais utilizados

##### 4.6.4.1 Envelhecimento Térmico

As amostras que receberam este protocolo de envelhecimento foram submetidas a 15000 ciclos térmicos com temperaturas de 5°C e 55°C. Foi utilizada a Termocicladora Erios (Erios, São Paulo, SP, Brasil). A cada 5000 ciclos, as amostras foram retiradas da máquina e uma leitura de brilho superficial foi realizada.

##### 4.6.4.2 Envelhecimento Mecânico

Para o envelhecimento mecânico foi utilizada máquina de escovação simulada MEV-2T (Odeme Equipamentos Médicos e Odontológicos Ltda. – Joaçaba, SC, Brasil). Escovas dentais macias foram adaptadas na máquina de escovação, apoiadas sobre os espécimes e alinhadas paralelamente a superfície das amostras, as quais estavam dispostos em nichos de aço inoxidável imersos nas suspensões de creme dental. A suspensão de creme dental foi preparada misturando-se 6ml de água destilada com 6 g de creme dental (Colgate Total 12, Colgate-Palmolive, São Paulo, Brazil). Os espécimes foram submetidos a 10750 ciclos de escovação, com amplitude de movimento de 3,8 cm e 200 g de peso. A cada 3853 ciclos foi realizada leitura de brilho. O envelhecimento foi realizado com temperatura controlada a 37°C.

#### **4.6.4.3 Envelhecimento Químico**

Os espécimes deste grupo foram imersos em solução aquosa de etanol a 75% por 15 dias. Os espécimes foram acondicionados individualmente em um tubo plástico tipo Ependorf contendo 1ml da solução alcoólica. A cada 5 dias, as amostras foram retiradas do etanol para realização de leitura de brilho.

#### **4.6.4.4 Envelhecimento por luz**

Para o grupo que recebeu o envelhecimento por luz, os espécimes foram submetidos ao equipamento de envelhecimento SUNTEST CPS+ (Atlas – Alemanha), seguindo as normas ISO 7491 (International Organization for Standardization, 2014). Cada ciclo de envelhecimento apresentava 3 horas de

duração. As duas primeiras horas apresentavam temperatura da câmara em  $55 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , irradiação a  $765 \text{ W/m}^2$ ; enquanto que a hora final do ciclo apresentava temperatura em  $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$  e irradiação a  $0 \text{ W/m}^2$ . A cada 72 horas (24 ciclos) foi realizada a leitura de brilho.

#### **4.6.5 Análise Estatística**

O delineamento do experimento seguiu um esquema fatorial (3x3), totalizando 9 condições experimentais sob 15 repetições, para cada tipo de envelhecimento. A variável dependente (ou resposta) foi o brilho superficial medido operacionalmente por meio do medidor de brilho de amostras planas ou curvas.

A estatística descritiva consistiu no cálculo de médias e desvio padrão. A estatística inferencial foi realizada por testes de análise de variância de medidas repetidas (ANOVA de medidas repetidas a dois fatores, tendo como fatores o tipo de resina e tempo de avaliação, sendo este último o fator de repetição) e teste de comparações múltiplas, para cada tipo de envelhecimento separadamente. O nível de significância foi 5%.

#### **4.7 ESTUDO 7 - Influência do tratamento clareador e envelhecimento induzido sobre o brilho superficial de resinas compostas**

Para este estudo foram utilizadas duas resinas compostas, uma nanoparticulada (Z350 – 3M ESPE) e outra microparticulada (Durafill – Heraeus Kulzer), ambas na cor A2 de esmalte. Foram confeccionados 60 espécimes de cada resina composta com dimensão de 6 mm de diâmetro e 1

mm de espessura, totalizando 120 espécimes para todo o estudo. A confecção dos espécimes seguiu os passos já descritos anteriormente.

#### 4.7.1 Divisão dos grupos

Os espécimes foram divididos em três grupos: sem procedimento clareador, com clareamento à base de peróxido de hidrogênio 38% e peróxido de carbamida 15% (Sem Clareamento, Clareamento de Consultório e Clareamento Caseiro, respectivamente) (Quadro 1). Estes grupos foram subdivididos de acordo com o tipo de envelhecimento utilizado, por luz de xenônio ou por imersão em água por 1 ano. Cada subgrupo contou com 10 espécimes por resina composta. A divisão representativa dos grupos pode ser visualizada na figura 15.

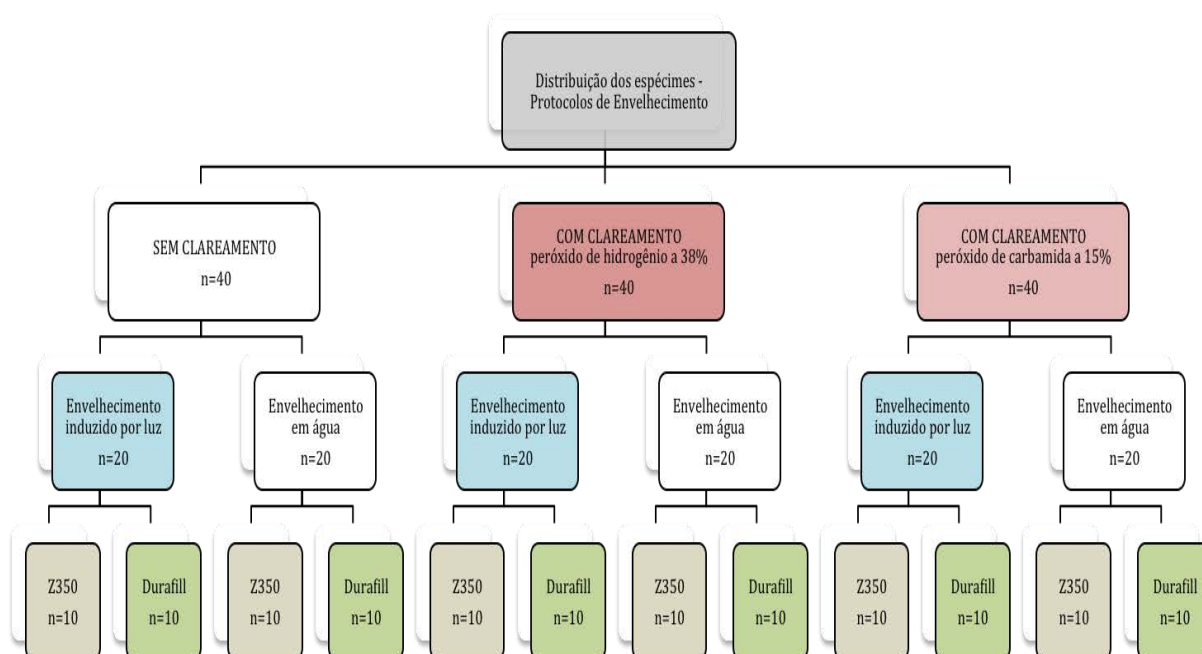


Figura 15 – Fluxograma de distribuição dos grupos de acordo com o tipo de resina estudada e cada condição.

## 4.7.2 Protocolos de envelhecimento utilizados

### 4.7.2.1 Tratamento clareador

Os espécimes submetidos ao protocolo de clareamento de consultório receberam uma camada de 2 mm de gel à base de peróxido de hidrogênio 38% por quatro sessões de 15 minutos, totalizando 1 hora, simulando as condições clínicas de aplicação deste produto (Figura 16A). Posteriormente, os espécimes foram armazenados em água destilada e o procedimento clareador repetido após 1 semana (Anagnostou et al., 2010; Wang et al., 2011; Durner et al., 2011).

Os espécimes submetidos ao protocolo de clareamento caseiro receberam uma camada de aproximadamente 2 mm de gel clareador à base de peróxido de carbamida 15% na superfície dos corpos de prova, com permanência de 8 horas (Anagnostou et al., 2010; AlQahtani, 2013) (Figura 16B). Após o período de ação do gel clareador, os espécimes foram lavados e imersos em água destilada até o próximo ciclo de clareamento. Este tratamento foi realizado diariamente por um período de 2 semanas.

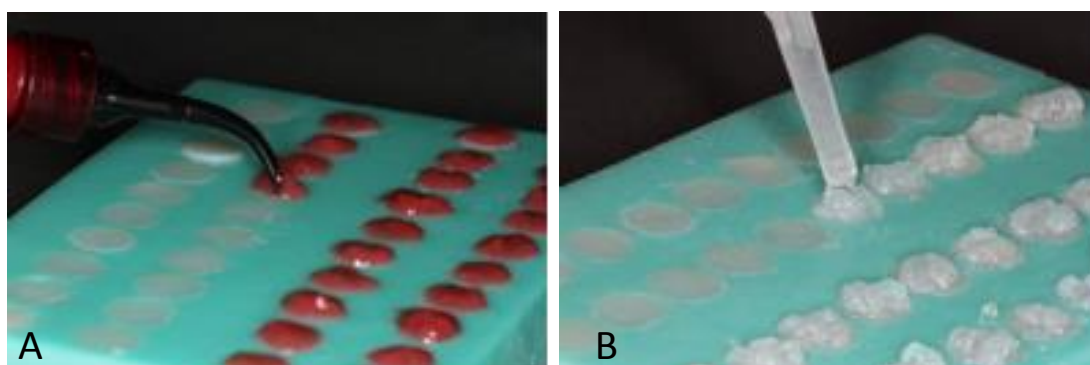


Figura 16 – Aplicação Clareador. A: Peróxido de Hidrogênio 38%. B: Peróxido de Carbamida 15%.

#### 4.7.2.2 Envelhecimento induzido

Para os grupos que receberam o envelhecimento em imersão em água, os espécimes foram imersos em recipientes individuais e devidamente identificados. Estes permaneceram imersos em água e em estufa a uma temperatura de 37°C por um ano (Weir et al., 2012), com trocas quinzenais.

Para os grupos que receberam o envelhecimento por luz, após a etapa de realização ou não do clareamento, os espécimes foram imersos em água deionizada submetidos ao equipamento de envelhecimento artificial Suntest CPS+ (Atlas, Alemanha) (Figura 17), seguindo as normas da International Organization for Standardization (2014). Os parâmetros adotados foram: 100 ciclos compostos de duas horas com temperatura à  $55 \pm 5^\circ\text{C}$ , irradiação à  $765 \text{ W/m}^2$ , e uma hora com temperatura à  $37 \pm 5^\circ\text{C}$  sem irradiação, totalizando 300 horas para simular exposição de 160klux correspondente a intensa luz natural, equivalendo a um ano de uso clínico (Lee et al., 2006; Faltermeier et al., 2008; Gaintantzopoulou et al., 2009).

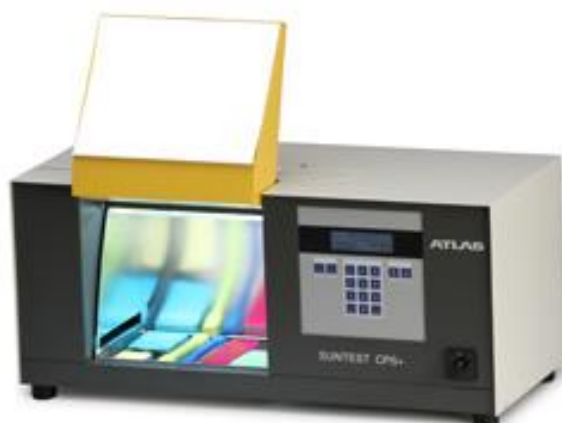


Figura 17 – Equipamento utilizado para envelhecimento com luz de xenônio e umidade.

### 4.7.3 Avaliação do brilho superficial

A leitura do brilho foi realizada utilizando-se o protocolo já descrito em 4.1.3.

Os espécimes tiveram o brilho verificado 48 horas após a confecção (*baseline*), 24 horas após o tratamento clareador (se pertencente ao grupo que recebeu o tratamento clareador), e imediatamente após o envelhecimento proposto, respeitando-se o grupo a que pertencem (Figura 18).

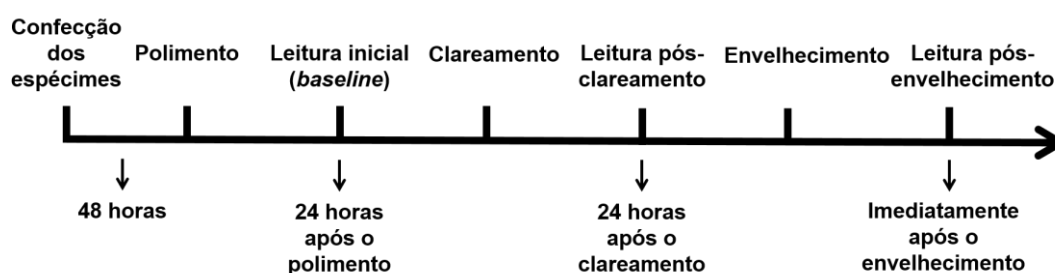


Figura 18 - Linha do tempo apresentando os passos realizados.

### 4.7.4 Análise Estatística

Neste estudo, que tem como unidade experimental a resina composta, foram consideradas três variáveis independentes: o processo de clareamento, o tipo de envelhecimento induzido e o tipo de resina composta. O primeiro fator referente ao procedimento clareador apresenta três categorias: ausente, com peróxido de hidrogênio 38% e peróxido de carbamida 15%. O segundo fator relativo ao envelhecimento induzido apresenta duas categorias: envelhecimento

por luz de xenônio e por imersão em água. O terceiro fator, resina composta, também é representado por duas categorias: uma microparticulada e outra nanoparticulada. A variável dependente foi a determinação do brilho superficial.

A estatística descritiva consistiu no cálculo da média e desvio-padrão. A estatística inferencial consistiu nos testes de normalidade, análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas e análise de comparações múltiplas (Tukey). O nível de significância adotado foi de 5%.

## 5 RESULTADOS

Os resultados são apresentados de acordo com a divisão anteriormente feita em estudos de 1 a 7.

### 5.1 Resultados – Estudo 1 (Influência da cor e translucidez de resina composta no brilho superficial espectral)

A análise descritiva está apresentada na tabela 1, por meio da média e desvio-padrão dos resultados encontrados em cada grupo em estudo.

Tabela 1 – Média e desvio-padrão do Brilho Superficial (UB – Unidade de Brilho) para os grupos estudados de acordo com a cor (A1, A2 ou A3) e translucidez (Esmalte ou Dentina)

	A1	A2	A3
	Brilho (UB)	Brilho (UB)	Brilho (UB)
<b>Resina Esmalte</b>	84,7 ± 3,88	84,1 ± 3,76	83,2 ± 4,26
<b>Resina Dentina</b>	83,0 ± 4,88	85,9 ± 3,46	86,8 ± 3,66

Os dados apresentaram distribuição normal e foram submetidos ao teste ANOVA a dois critérios. Os fatores cor ( $p=0,597$ ) e translucidez ( $p=0,248$ ) não apresentaram diferenças estatísticas. A interação de fatores, cor\*translucidez, também não foi estatisticamente significativa ( $p=0,139$ ). O teste de comparações múltiplas não foi utilizado nesta análise pela falta de diferenças observada.

A análise descritiva dos dados pode ser observada na figura 19.

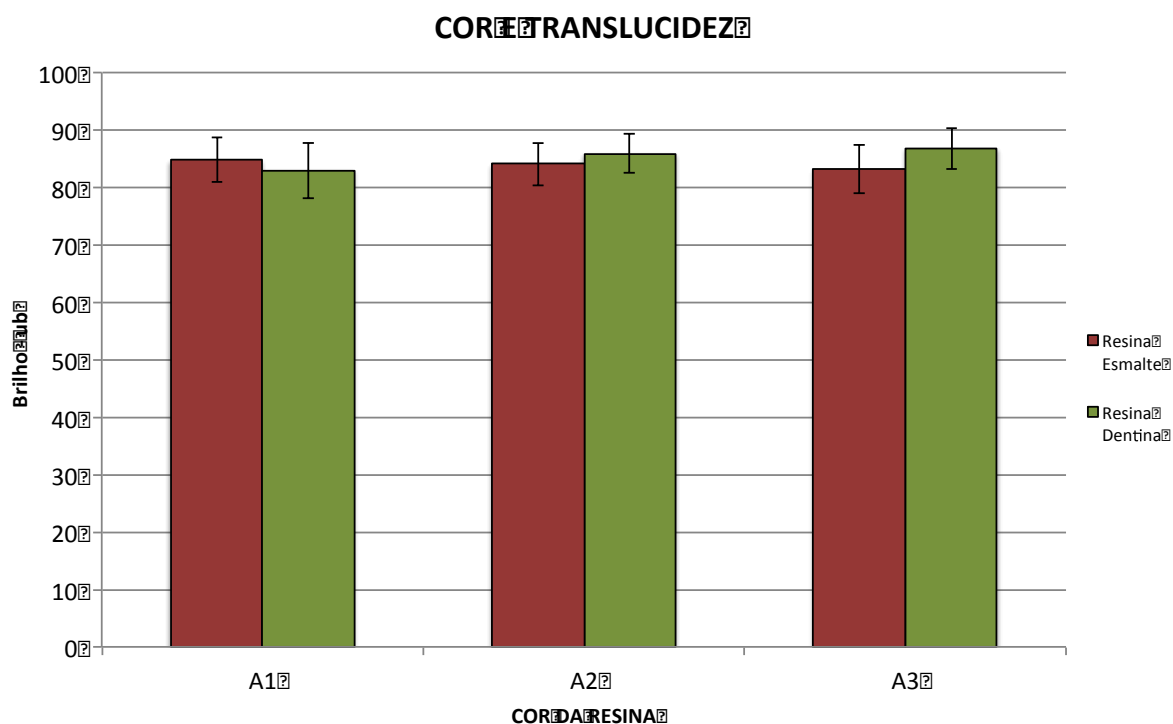


Figura 19 – Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com a cor e a translucidez da resina estudada.

## 5.2 Resultados – Estudo 2 (Influência translucidez e espessura de resina composta sobre o brilho superficial espectral)

A análise descritiva está apresentada na tabela 2 e na figura 20, por meio da média e desvio-padrão dos resultados encontrados em cada grupo em estudo.

Tabela 2 – Média e desvio-padrão do Brilho Superficial (UB – Unidade de Brilho) para os grupos estudados de acordo com a espessura (0,5 a 3,0 mm) e

translucidez (Esmalte ou Dentina)

	R. Esmalte	R. Dentina
Espessura	Brilho (UB)	Brilho (UB)
0,5 mm	85,1 ± 6,68	86,5 ± 3,38
1,0 mm	87,8 ± 3,64	89,4 ± 2,05
2,0 mm	90,6 ± 1,61	91,7 ± 1,04
3,0 mm	91,1 ± 1,74	90,3 ± 1,32

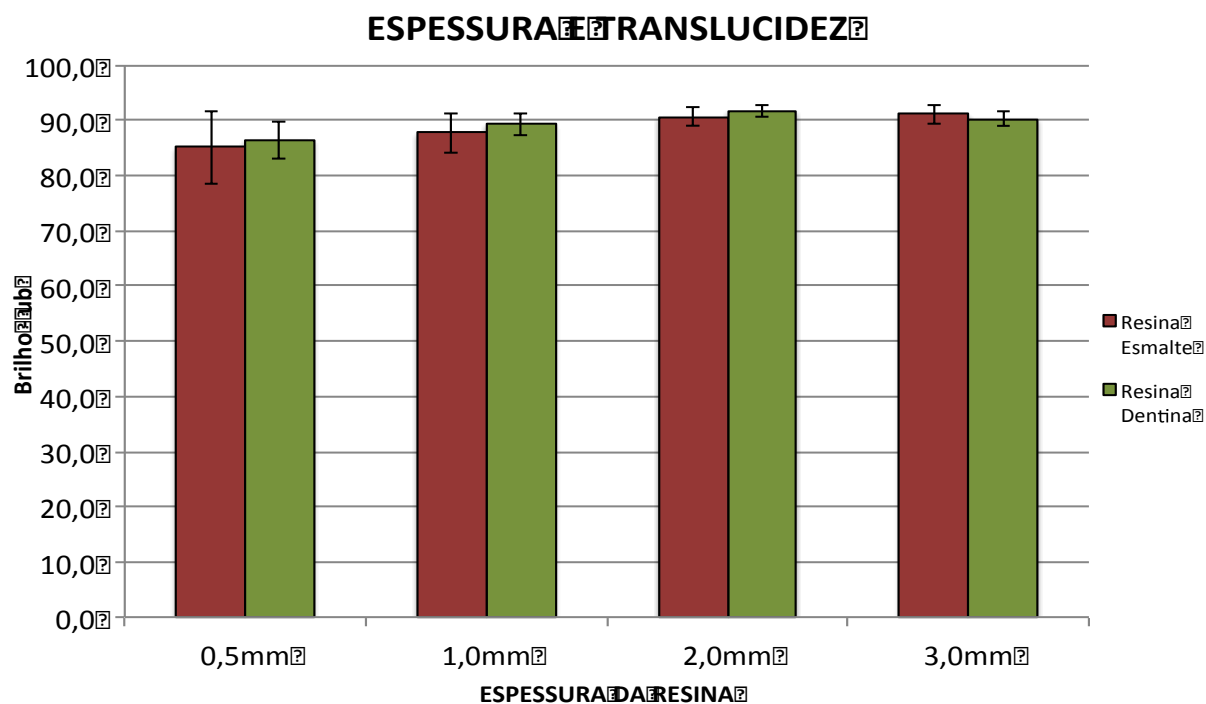


Figura 20 – Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com a espessura e a translucidez da resina estudada.

Os dados apresentaram distribuição normal e foram submetidos ao teste ANOVA a dois critérios. O fator translucidez ( $p=0,274$ ), similarmente ao estudo anterior, não apresentou diferenças estatísticas. A interação de fatores,

translucidez\*espessura, também não foi estatisticamente significante ( $p=0,641$ ). O fator espessura apresentou diferenças estatísticas ( $p<0,001$ ). De acordo com o teste de Tukey, esta diferença é observada no grupo de 0,5 mm, o qual apresenta brilho superficial inferior às outras espessuras, as quais não apresentam diferenças entre si (Figura 21).

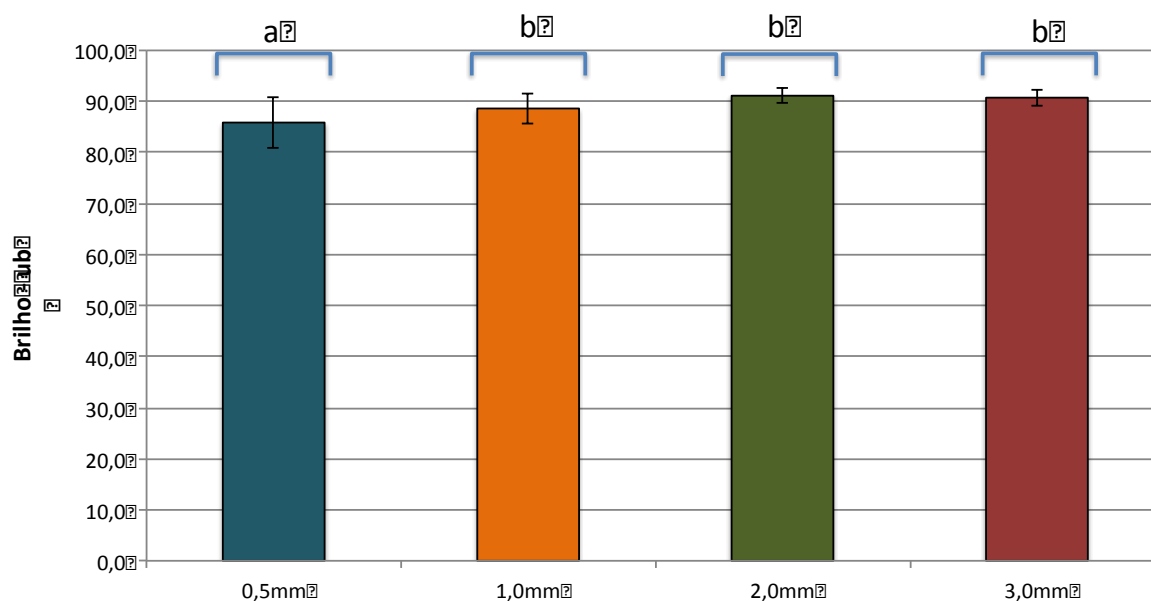


Figura 21 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as espessuras estudadas. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

### 5.3 Resultados – Estudo 3 (Influência de anteparo opaco (A2D) sob espécimes de resina composta translúcida (A2E) de diversas espessuras no brilho superficial espectral)

A análise descritiva está apresentada na tabela 3 e na figura 22, por meio da média e desvio-padrão dos resultados encontrados em cada grupo em estudo.

Tabela 3 – Média e desvio-padrão do Brilho Superficial de acordo com a cor (A1, A2 ou A3) e anteparo opaco (presença ou não)

	Sem anteparo opaco	Com anteparo opaco
Espessura	Brilho (UB)	Brilho (UB)
<b>0,5 mm</b>	85,1 ± 6,68	86,7 ± 2,31
<b>1,0 mm</b>	87,8 ± 3,64	88,1 ± 2,78
<b>2,0 mm</b>	90,6 ± 1,61	89,9 ± 2,19
<b>3,0 mm</b>	91,1 ± 1,74	90,1 ± 2,85

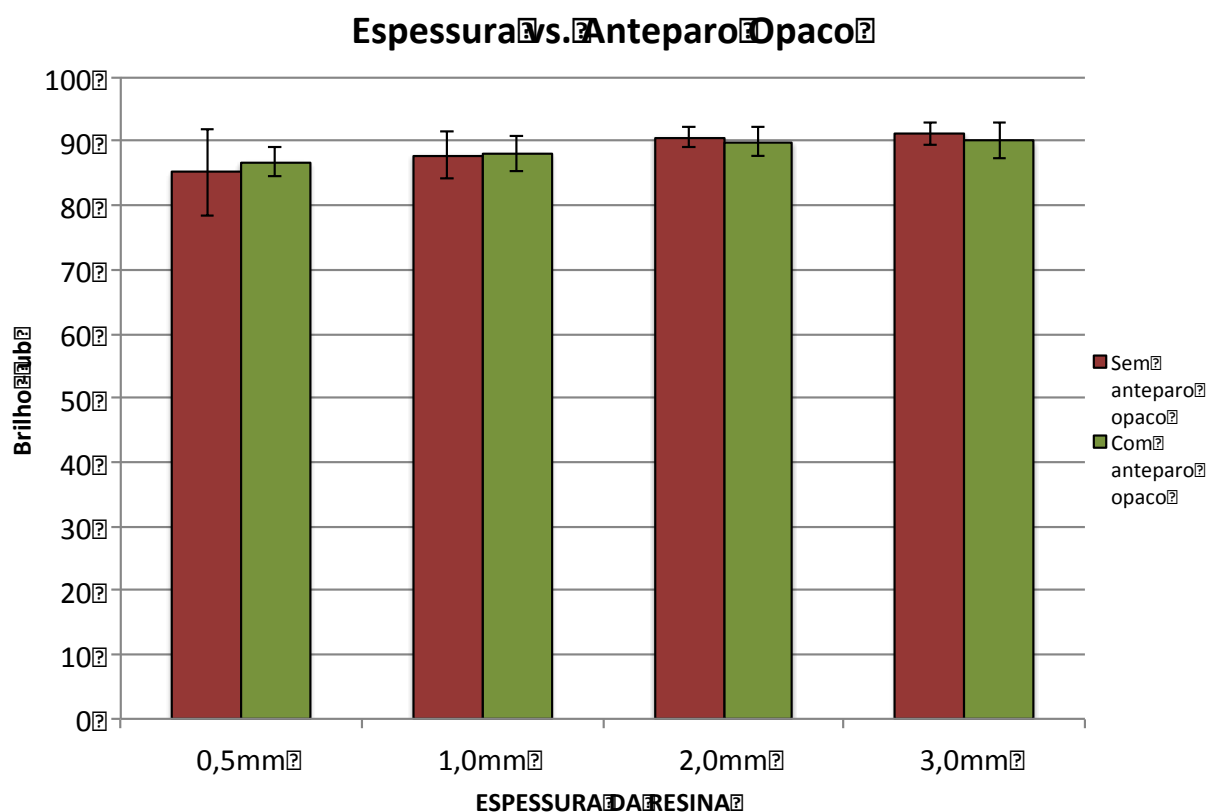


Figura 22 – Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com a espessura e a translucidez da resina estudada.

Os dados apresentaram distribuição normal e foram submetidos ao teste

ANOVA a dois fatores. O fator presença de anteparo ( $p=0,929$ ) e a interação de fatores, anteparo\*espessura ( $p=0,611$ ) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. O fator espessura apresentou diferenças estatísticas ( $p<0,001$ ). De acordo com o teste de Tukey, o brilho superficial seguiu o padrão:  $0,5 \text{ mm} < 2,0 \text{ mm} = 3,0 \text{ mm}$ ;  $0,5 \text{ mm} = 1,0 \text{ mm}$  e  $1,0 \text{ mm} = 2,0 \text{ mm} = 3,0 \text{ mm}$  (Figura 23).

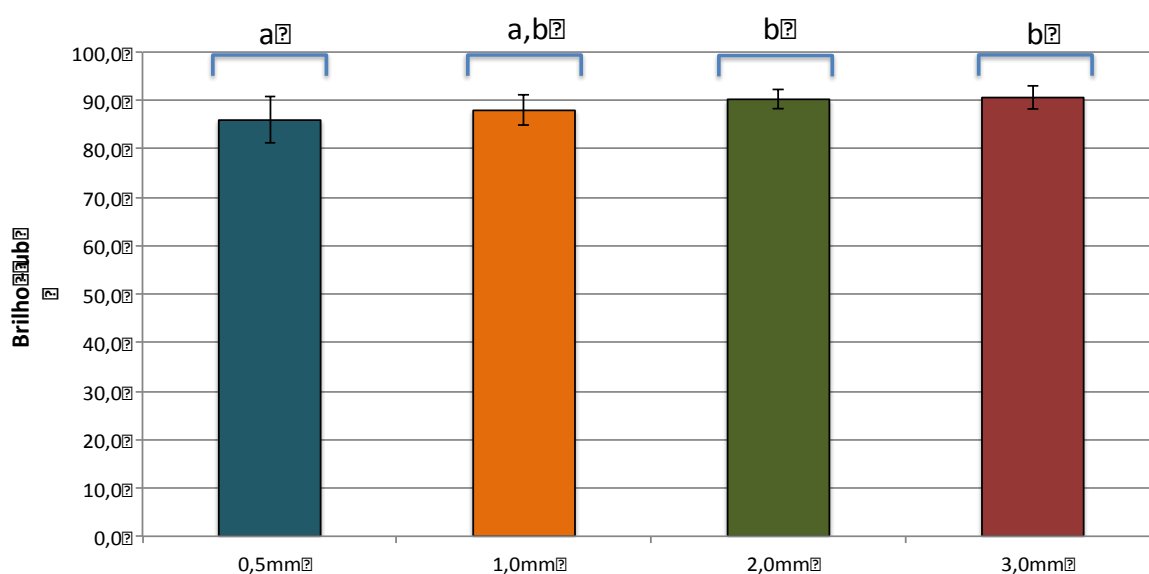


Figura 23 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as espessuras estudadas, com ou sem anteparo opaco (A2D). Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

#### 5.4 Resultados – Estudo 4 (Influência de iluminantes na percepção do brilho superficial de resina composta por diferentes observadores)

Os resultados de percentual de perceptibilidade de acordo com o iluminante e pares de brilho testados (esmalte polido 85 UB e diferentes brilhos) estão dispostos na tabela 4 e figuras 24 e 25.

Tabela 4 – Porcentagem de Perceptibilidade de acordo com o tipo de iluminante e variação de brilho do espécimes testados

		% Perceptibilidade		
Espécime *esmalte polido	$\Delta$ UB	Luz Do Dia D65	Luz Incandescente	Luz Fluorescente
10 vs 85 UB	75	86,7%	100,0%	100,0%
25 vs 85 UB	60	93,3%	100,0%	100,0%
40 vs 85 UB	45	80,0%	93,3%	73,3%
55 vs 85 UB	30	86,7%	86,7%	53,3%
70 vs 85 UB	15	60,0%	33,3%	20%
85 vs 85 UB	0	60,0%	66,7%	46,7%

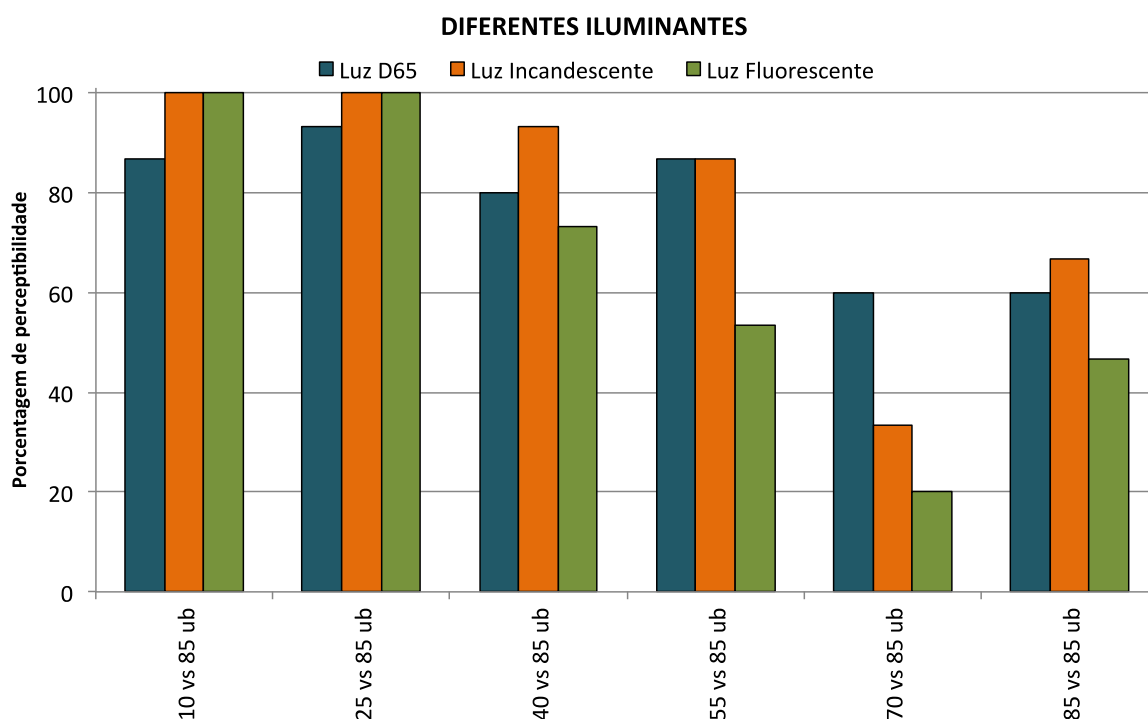


Figura 24 – Porcentagem de perceptibilidade de acordo com os diferentes brilhos testados e diferentes meios de propagação da luz (Iluminante D65, Incandescente e Fluorescente).

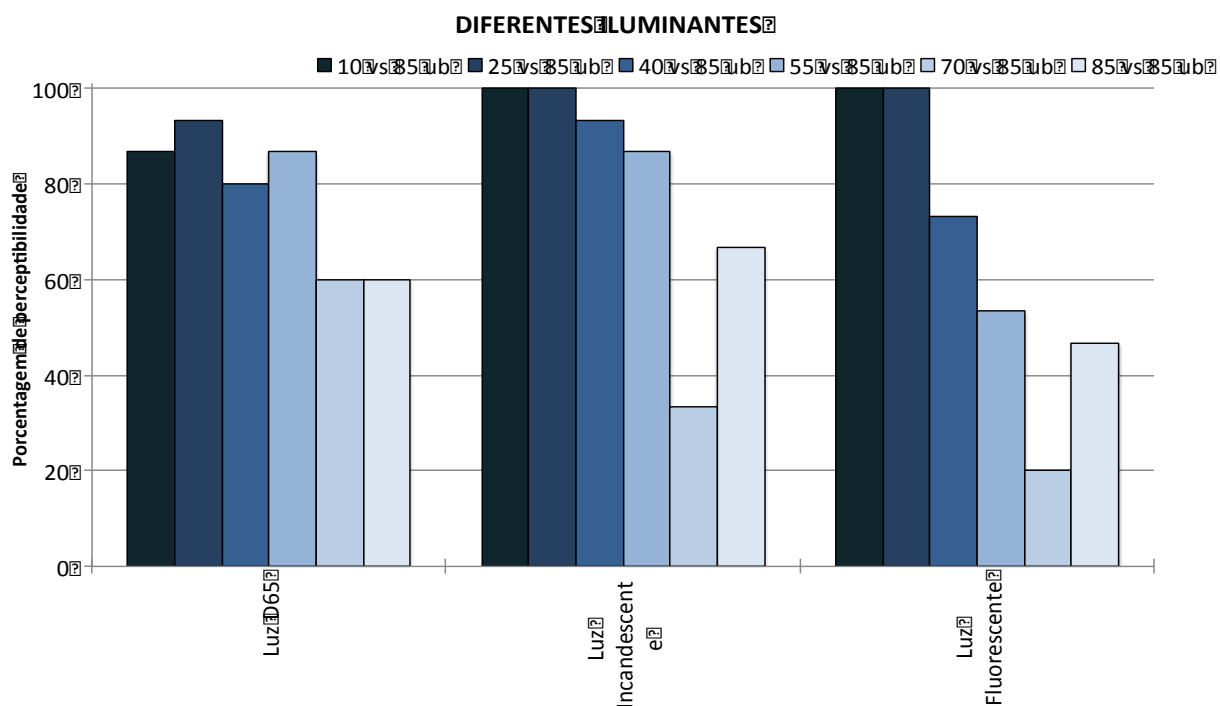


Figura 25 – Porcentagem de perceptibilidade de variação de brilho ( $\Delta UB$ ), agrupada por tipo de iluminante estudado.

Os resultados obtidos foram submetidos ao Modelo Generalizado Linear/Não-Linear – PROBIT, que identificou diferenças significantes para a os meios de propagação de luz ( $p=0,042$ ) e para a variação de brilho ( $\Delta UB$ ) ( $p=0,004$ ), sem interação entre estes dois fatores ( $p=0,139$ ).

Em relação à comparação dos iluminantes, D65 = Luz Incandescente; D65 = Luz Fluorescente; e Luz Fluorescente  $\neq$  Luz Incandescente. Estas influências podem ser visualizadas na figura 25.

Para as análises entre as diversas comparações, o conjunto 10 vs 85 UB foi similar ao 25 vs 85 UB, porém diferente de todos as outras comparações, quando da consideração de respostas sobre a diferença de brilho dos conjuntos. Para o conjunto 25 vs 85 UB, este foi semelhante ao 10 vs 85 UB, e diferente de todos as comparações. O conjunto 40 vs 85 UB foi diferente de todos as comparações. Os conjuntos 55 vs 85 UB e 70 vs 85 UB foram semelhantes somente ao conjunto 85 vs 85 UB.

### 5.5 Resultados – Estudo 5 (Percepção do brilho superficial de resinas compostas entre profissionais ou não profissionais da Odontologia)

Os resultados de porcentagem de perceptibilidade de acordo com o observador e  $\Delta$ UB estão dispostos na tabela 5 e figura 26.

Tabela 5 – Porcentagem de Perceptibilidade em função da variação de brilho dos espécimes testados e tipo de observador

% DE PERCEPTIBILIDADE				
Combinação de espécimes	$\Delta$ UB	Prof.	Estud. Odont.	Leigos
10 vs 25 UB	15	40%	0%	20%
25 vs 40 UB	15	80%	60%	40%
40 vs 55 UB	15	20%	40%	60%
55 vs 70 UB	15	80%	20%	60%
70 vs 85 UB	15	60%	40%	40%
10 vs 40 UB	30	80%	40%	40%
25 vs 55 UB	30	80%	60%	40%
40 vs 70 UB	30	80%	80%	100%
55 vs 85 UB	30	80%	80%	100%
10 vs 55 UB	45	60%	80%	60%
25 vs 70 UB	45	60%	100%	60%
40 vs 85 UB	45	80%	100%	100%
10 vs 70 UB	60	100%	100%	60%
25 vs 85 UB	60	100%	80%	100%
10 vs 85 UB	75	100%	100%	100%

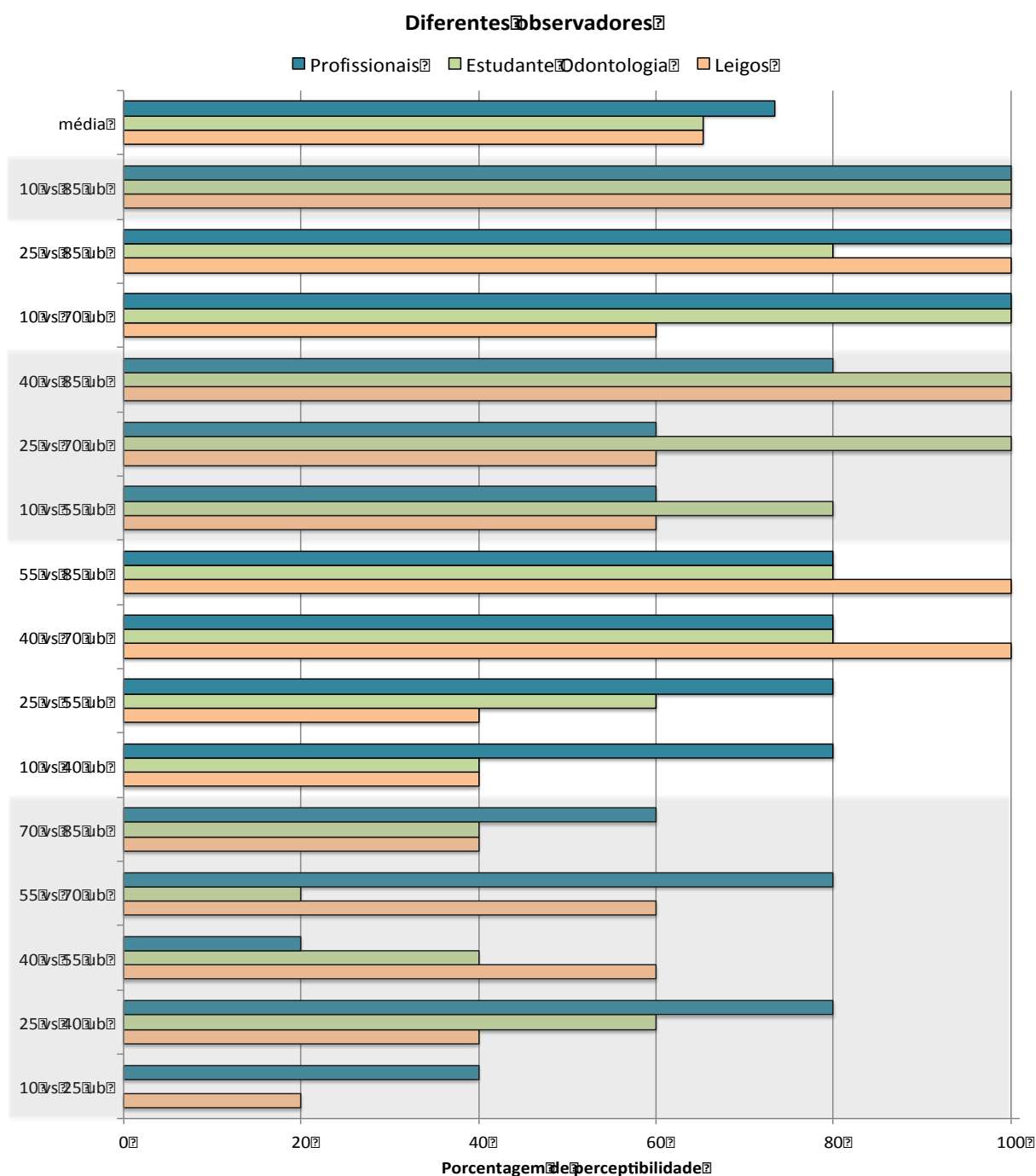


Figura 26 – Porcentagem de perceptibilidade de acordo com os diferentes observadores, quando da observação em Luz do Dia – Iluminante D65 (agrupados por  $\Delta$ UB).

Os resultados obtidos foram submetidos ao Modelo Generalizado Linear/Não-Linear – Modelo PROBIT, que identificou diferenças estatisticamente significantes para a variação de brilho ( $\Delta$ UB) ( $p < 0,001$ ), sem

influência do tipo de observador ( $p=0,598$ ) e interação de fatores ( $p=0,235$ ). Como o tipo de observador não influenciou na percepção de diferenças de brilho, optou-se por apresentar uma nova figura somente com a porcentagem de perceptibilidade de acordo com a variação de  $\Delta UB$  de forma agrupada (Figura 27).

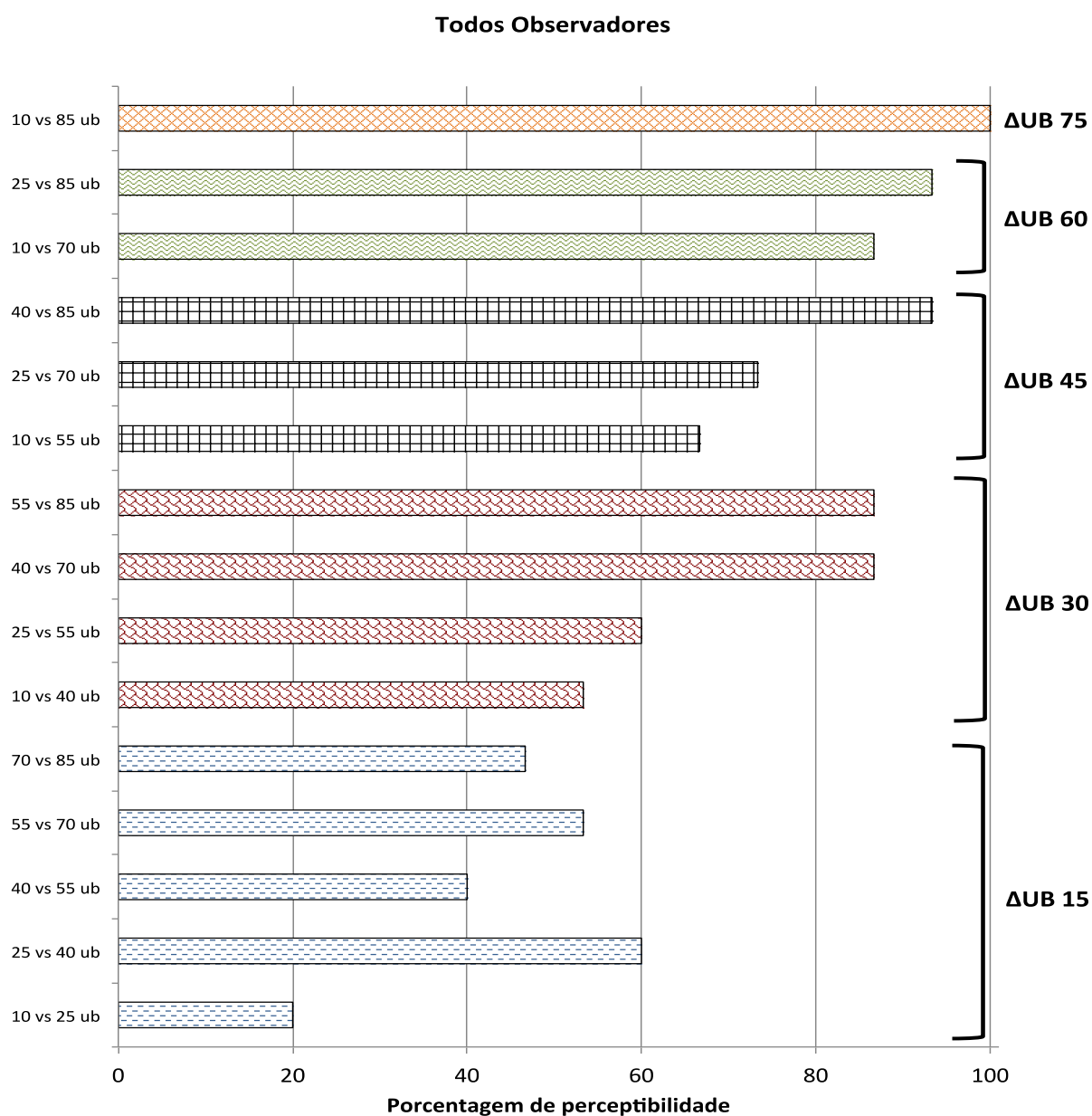


Figura 27 – Porcentagem de perceptibilidade de acordo com as observações realizadas por todos os observadores (agrupados por  $\Delta UB$ ).

O limite de perceptibilidade da variação de brilho, a probabilidade de 50% dos observadores detectarem diferenças, foi definido por meio de estimativa não-linear (Probit) e chegou-se ao valor de 17,6  $\Delta$ UB, utilizando-se a fórmula de regressão  $y=\text{inormal}(-0,55312+(0,032329)*x,0;1)$  (Figura 28).

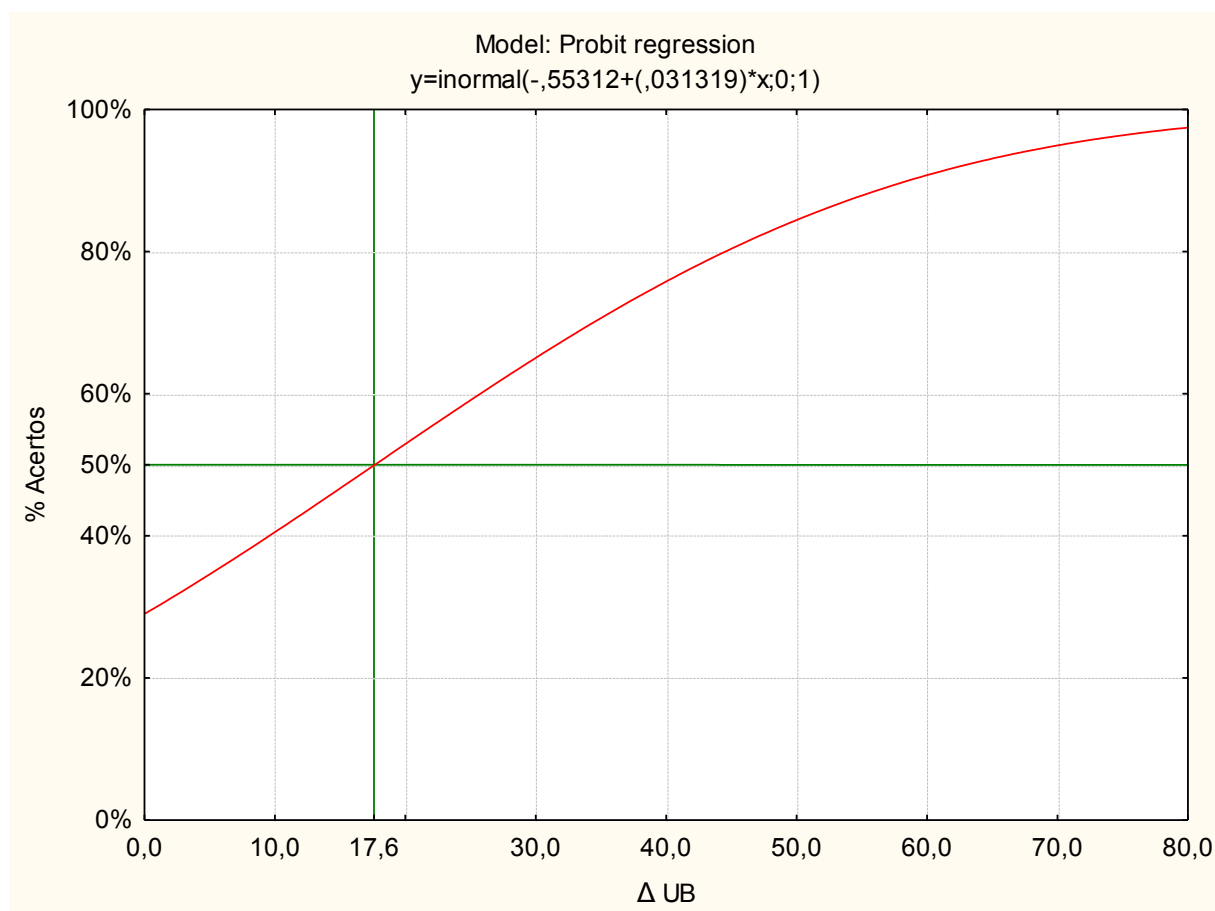


Figura 28 – Figura representativa do limite de perceptibilidade (17,6  $\Delta$ UB), definido por meio de regressão não-linear Probit.

## 5.6 Resultados – Estudo 6 (Influência de diferentes envelhecimentos artificiais sobre o brilho superficial de resinas compostas)

A Tabela 6 mostra os resultados para o grupo de envelhecimento

mecânico por escovação, de acordo com cada parâmetro estudado.

Tabela 6 – Média e desvio-padrão do Brilho Superficial (UB – Unidade de Brilho) para o grupo submetido ao envelhecimento mecânico

	<b>EDirect</b>	<b>Z350</b>	<b>Durafill</b>
	Brilho (UB)	Brilho (UB)	Brilho (UB)
<b>L1 – Inicial</b>	66,7 ± 4,63	69,1 ± 5,29	62,3 ± 4,68
<b>L2 – 3583 ciclos</b>	60,0 ± 12,69	65,8 ± 7,20	52,5 ± 14,43
<b>L3 – 7166 ciclos</b>	58,5 ± 11,48	64,7 ± 6,30	49,5 ± 15,37
<b>L4 – 10750 ciclos</b>	57,8 ± 8,18	60,5 ± 9,58	43,4 ± 15,51

Foi aplicado o teste ANOVA de medidas repetidas de dois fatores e encontraram-se diferenças entre as resinas testadas ( $p=0,000089$ ) e no fator de repetição (tempo de Escovação) ( $p<0,00001$ ), porém sem interação significativa entre os fatores ( $p=0,170$ ). O brilho foi menor na Durafill que nas outras duas resinas, sendo que o brilho foi semelhante para EMPRESS direct e Z350. O tempo de escovação influenciou negativamente o brilho superficial, sendo que  $L1>L2>L4$  e  $L2=L3$  e  $L3=L4$ . Os resultados da análise descritiva e inferencial podem ser melhor visualizados nos gráficos a seguir (Figuras 29 a 31).

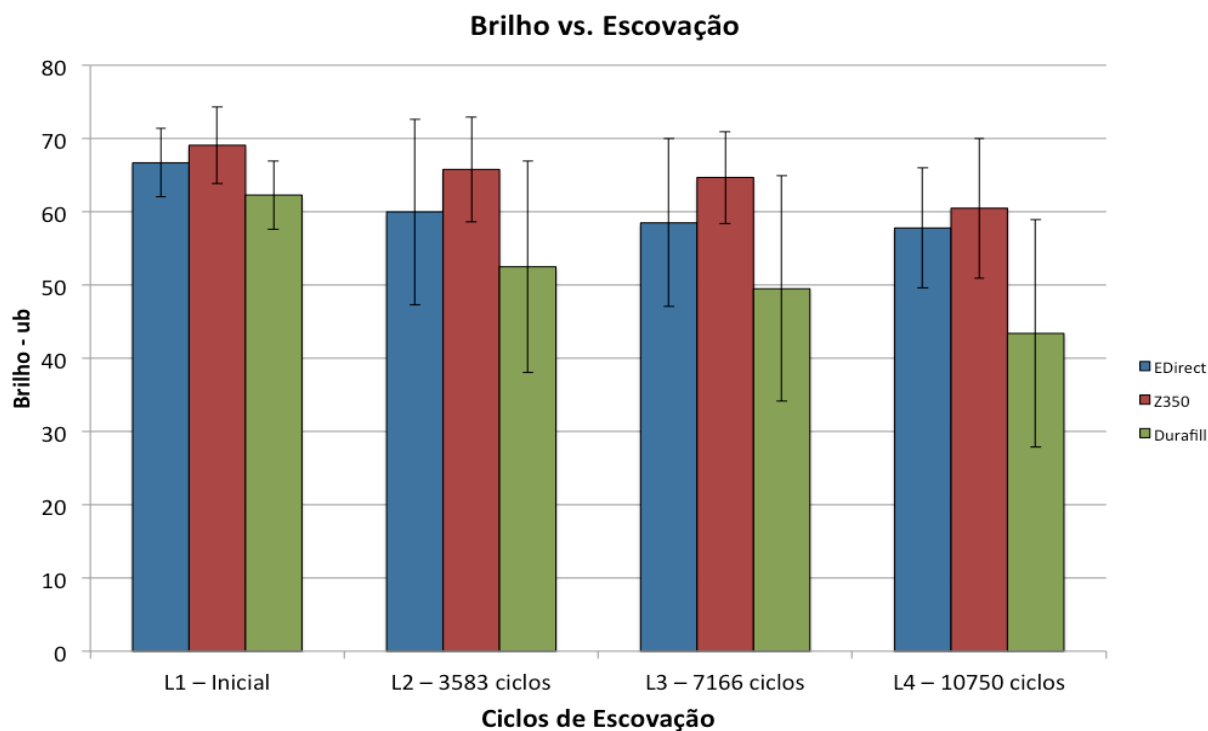


Figura 29 – Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina e tempo estudados.

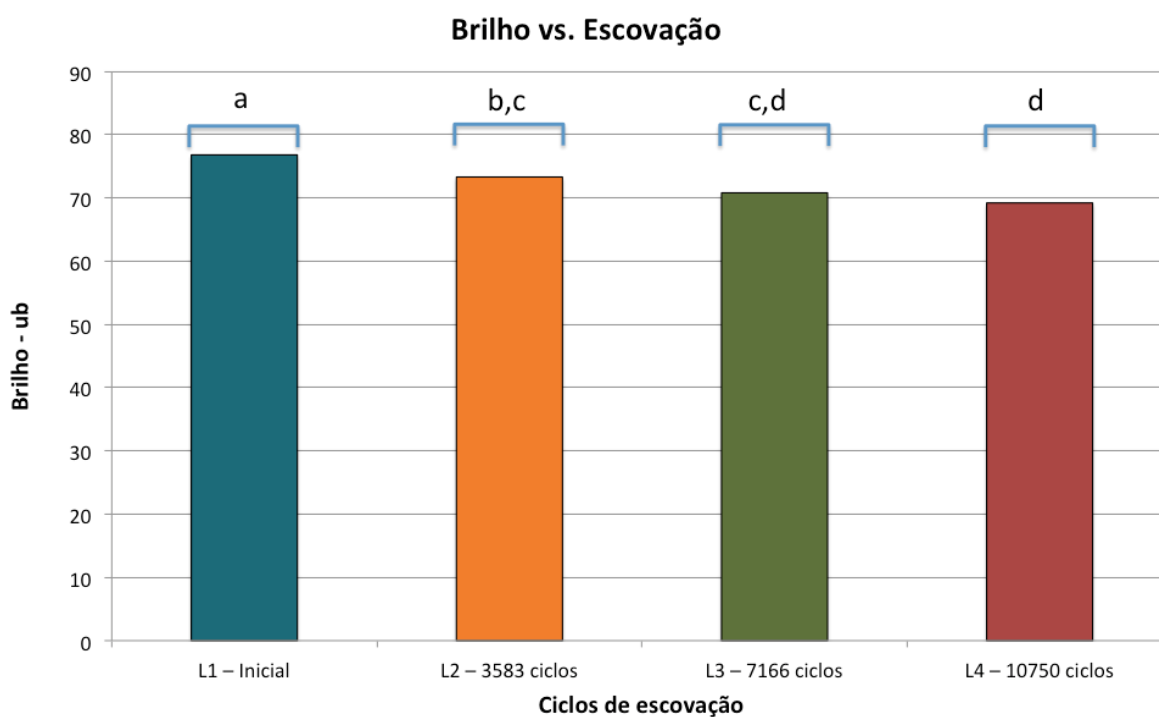


Figura 30 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com os tempo estudados. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

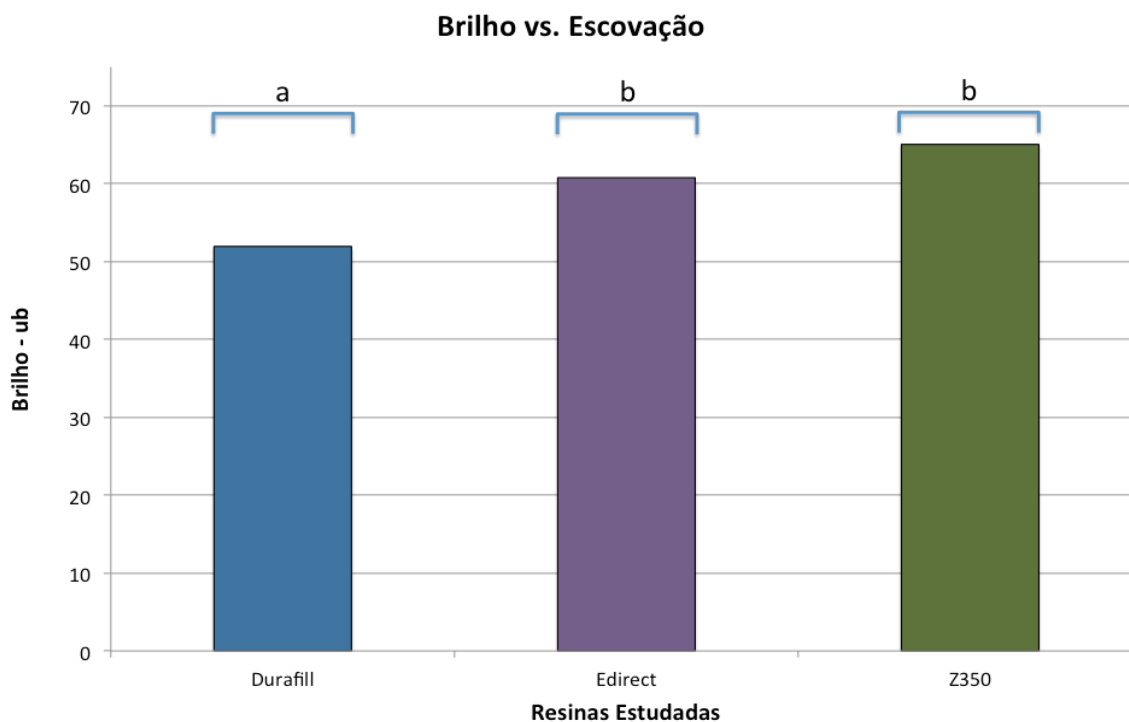


Figura 31 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as resinas estudadas. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

A Tabela 7 mostra os resultados para o grupo de envelhecimento por luz de xenônio, de acordo com as resinas e tempos estudados.

Tabela 7 – Média e desvio- padrão do Brilho Superficial (UB – Unidade Brilho) para o grupo submetido ao envelhecimento por luz

	<b>EDirect</b>	<b>Z350</b>	<b>Durafill</b>
	Brilho (UB)	Brilho (UB)	Brilho (UB)
<b>L1 – Inicial</b>	72,4 ± 4,07	80,1 ± 1,96	62,4 ± 3,93
<b>L2 –72 h</b>	68,6 ± 4,53	77,1 ± 3,13	59,3 ± 5,63
<b>L3 – 144 h</b>	70,8 ± 4,12	57,7 ± 8,15	44,9 ± 7,28
<b>L4 – 216 h</b>	65,7 ± 5,71	51,7 ± 12,59	34,7 ± 7,75

Foi aplicado o teste ANOVA de medidas repetidas e encontraram-se diferenças entre as resinas testadas ( $p < 0,0001$ ), no fator de repetição (tempo de exposição à Luz) ( $p < 0,0001$ ), e também na interação significativa entre os fatores ( $p < 0,0001$ ). O brilho foi menor na durafill que nas outras duas resinas, sendo que o brilho foi semelhante para EMPRESS direct e Z350. O tempo de exposição à luz influenciou negativamente o brilho superficial, sendo que  $L1 > L2 > L3 > L4$ . Para a interação, a durafill e a Z350 fogem do padrão porque  $L1 = L2$  nestes dois grupos de resinas. Para a Empress direct, o brilho superficial foi maior somente para L1. Os outros tempos foram menores e semelhantes entre si. A Z350 em L3 e L4 apresentou brilho semelhante à resina durafill em L1 e L2. Os resultados da análise descritiva e inferencial podem ser melhor visualizados nos gráficos a seguir (Figuras 32 a 34).

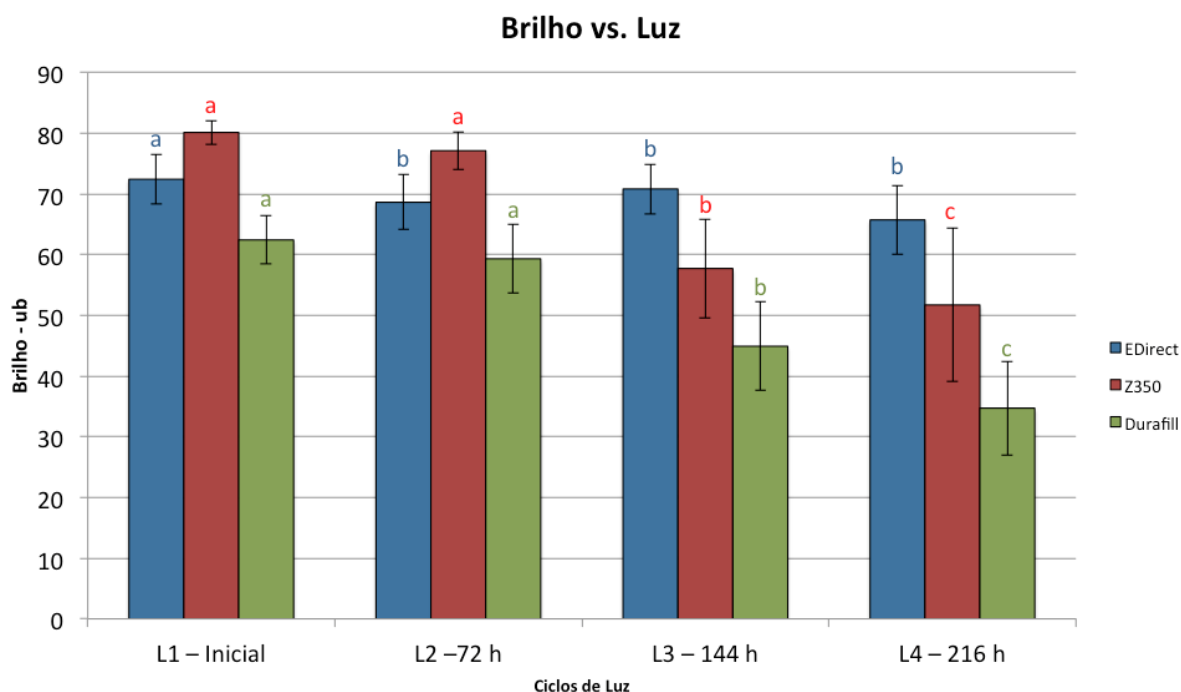


Figura 32 – Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina e tempo de envelhecimento em luz estudados. Letras iguais representam ausência de diferenças (comparações feitas dentro de cada grupo de resina).

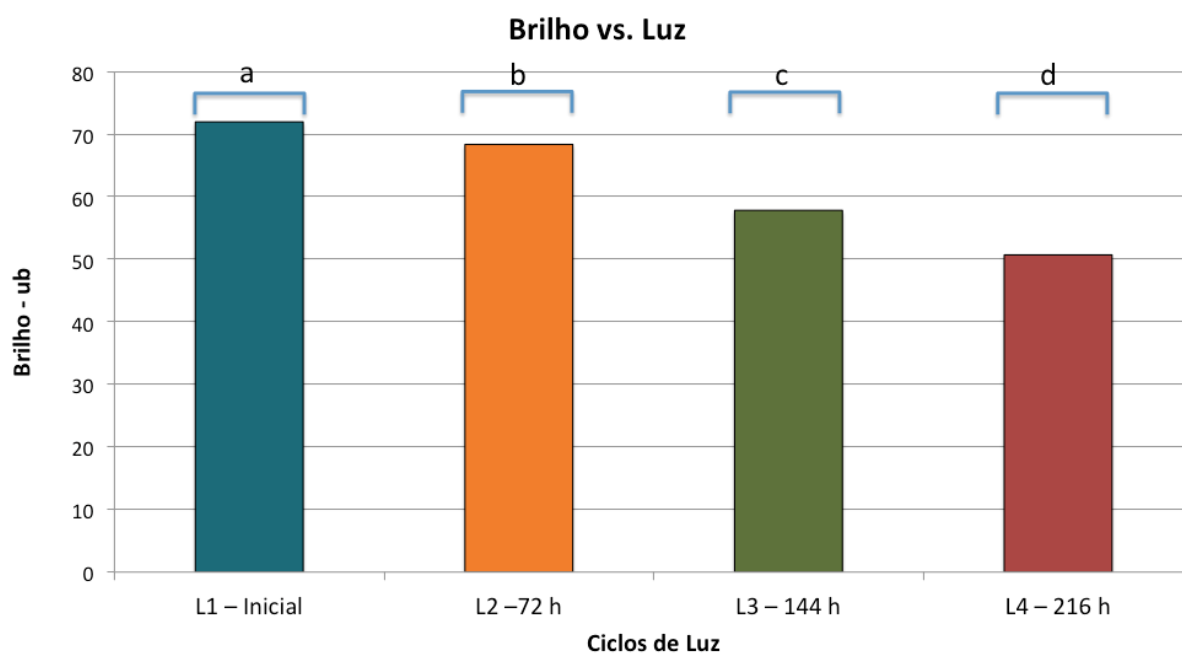


Figura 33 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com os tempo estudados no grupo envelhecido por luz. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

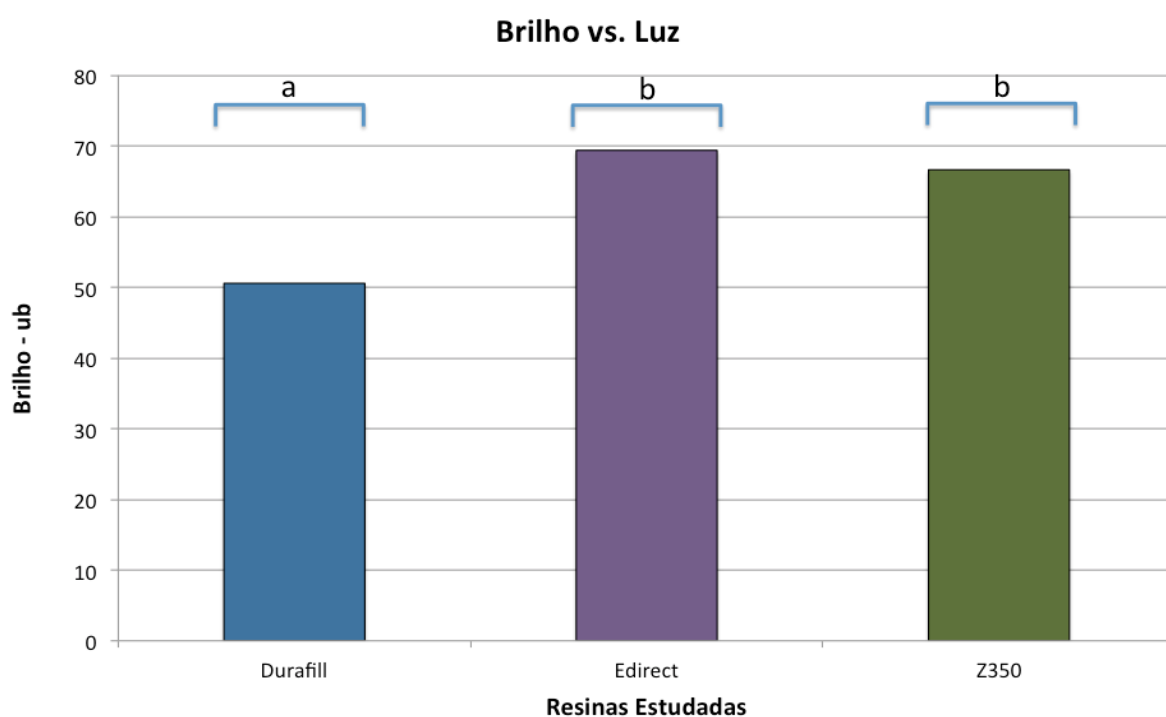


Figura 34 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as resinas estudadas para o envelhecimento por luz. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

A Tabela 8 mostra os resultados para o grupo de envelhecimento em etanol (químico) nos diferentes períodos testados.

Tabela 8 – Média e desvio- padrão do Brilho Superficial (UB – Unidade Brilho) para o grupo submetido ao envelhecimento por imersão em etanol

	<b>EDirect</b>	<b>Z350</b>	<b>Durafill</b>
	Brilho (UB)	Brilho (UB)	Brilho (UB)
<b>L1 – Inicial</b>	72,4 ± 4,98	83,8 ± 3,30	75,9 ± 2,36
<b>L2 – 5d</b>	57,6 ± 9,45	73,6 ± 4,98	42,8 ± 6,60
<b>L3 – 10d</b>	48,7 ± 9,02	75,7 ± 3,52	42,2 ± 5,35
<b>L4 – 15d</b>	50,7 ± 8,63	76,6 ± 3,37	44,2 ± 5,95

O ANOVA de medidas repetidas encontrou diferenças entre as resinas testadas, no fator de repetição (tempo de imersão em etanol) e na interação de fatores (resina\*tempo de imersão em etanol) ( $p < 0,001$ ). A durafill apresentou menor brilho, seguida da EDirect e com a Z350 apresentando o maior brilho superficial. O brilho caiu após imersão em etanol, porém sem diferenças entre os tempos de imersão ( $L1 > L2 = L3 = L4$ ). Para a interação de fatores, a durafill e a Z350 seguiram o padrão de perda de brilho, com  $L1 > L2 = L3 = L4$ . A EDirect apresentou perda de brilho também no segundo período de imersão em etanol, sendo que  $L1 > L2 > L3 = L4$ . Os resultados da análise descritiva e inferencial podem ser melhor visualizados nos gráficos a seguir (Figuras 35 a 37).

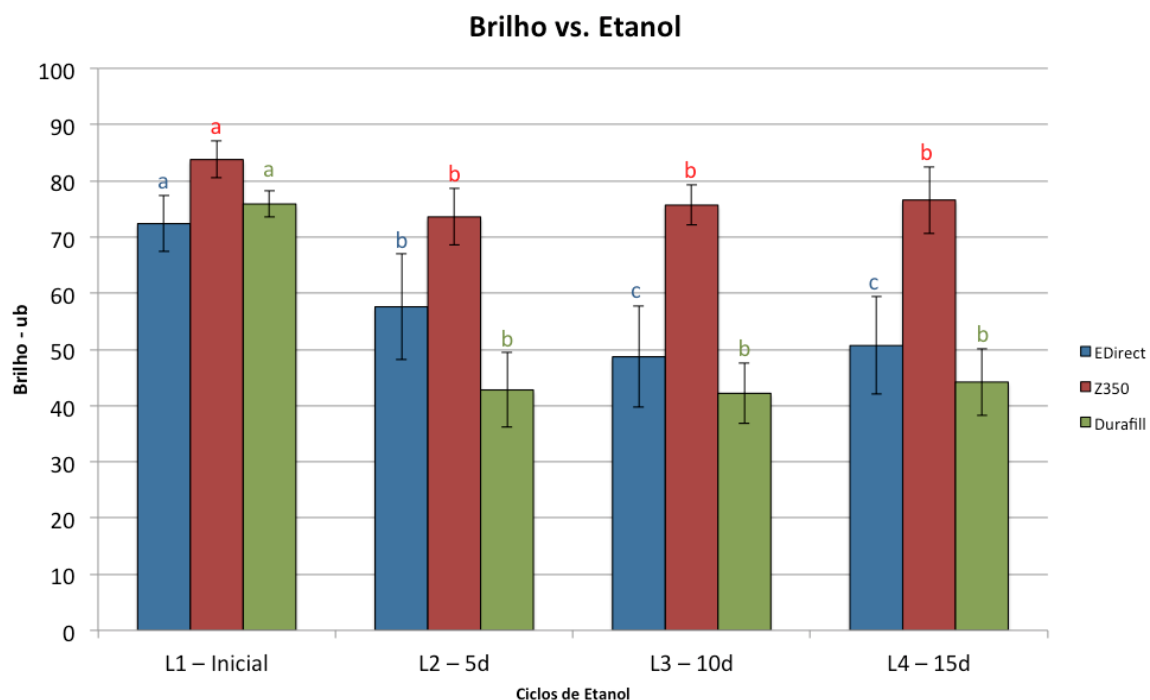


Figura 35 – Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina e tempo de envelhecimento em etanol estudados. Letras iguais representam ausência de diferenças (comparações feitas dentro de cada grupo de resina).

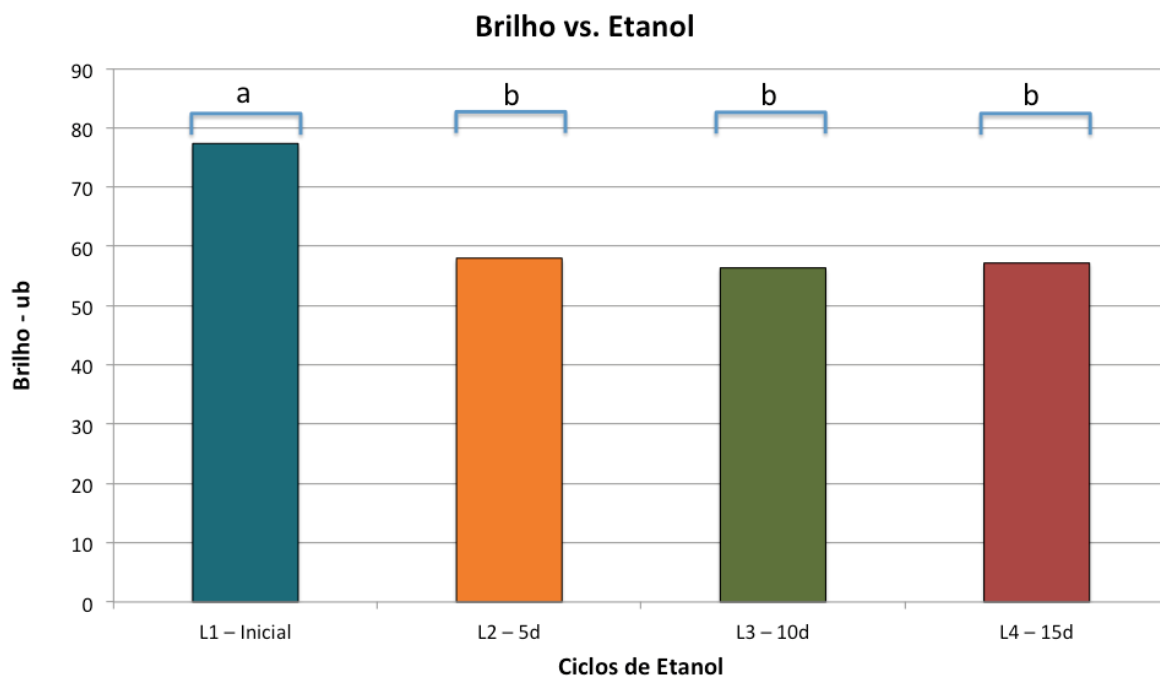


Figura 36 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com os tempo estudados no grupo envelhecido em etanol. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

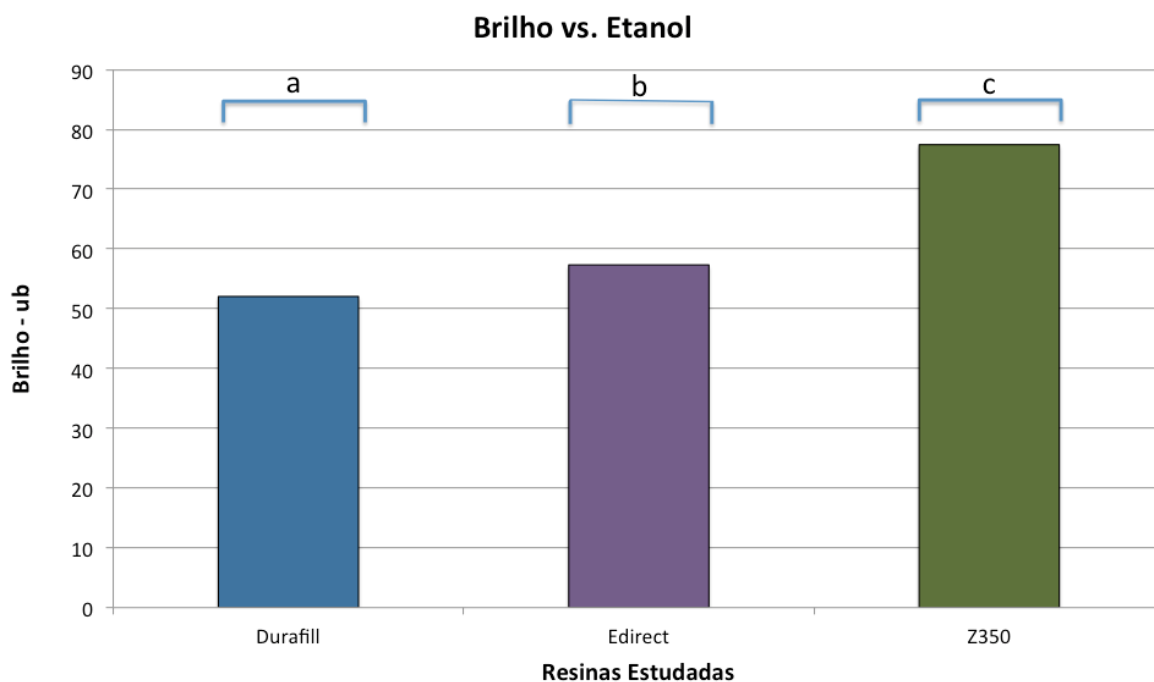


Figura 37 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as resinas estudadas para o envelhecimento em etanol. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

A Tabela 9 mostra os resultados para o grupo de envelhecimento por termociclagem nos diferentes períodos testados.

Tabela 9 – Média e desvio- padrão do Brilho Superficial (UB – Unidade de Brilho) para o grupo submetido ao envelhecimento por termociclagem

	<b>EDirect</b>	<b>Z350</b>	<b>Durafill</b>
	Brilho (UB)	Brilho (UB)	Brilho (UB)
<b>L1 – Inicial</b>	71,3 ± 5,70	85,3 ± 5,98	73,7 ± 3,95
<b>L2 – 5000 ciclos</b>	63,5 ± 6,07	85,1 ± 4,67	63,51 ± 6,07
<b>L3 – 10000 ciclos</b>	68,9 ± 3,04	80,8 ± 2,64	62,8 ± 2,22
<b>L4 – 15000 ciclos</b>	68,8 ± 3,27	77,8 ± 1,42	60,8 ± 1,70

O ANOVA de medidas repetidas encontrou diferenças entre as resinas testadas, no fator de repetição (tempo de termociclagem) e na interação resina\*tempo de termociclagem ( $p < 0,001$ ). A durafill apresentou menor brilho, seguida da EDirect, com a Z350 apresentando o maior brilho superficial. O brilho caiu com o tempo, sendo que  $L1 > L2 > L3 = L4$ . Para a interação, a durafill apresentou  $L1 > L2 = L3 = L4$ . O brilho não se alterou na EDirect. Para a Z350  $L1 = L2$ ;  $L1 > L3 = L4$  e  $L2 > L4$ . O brilho caiu somente a partir da L3. Os resultados da análise descritiva e inferencial podem ser melhor visualizados nos gráficos a seguir (Figuras 38 a 40).

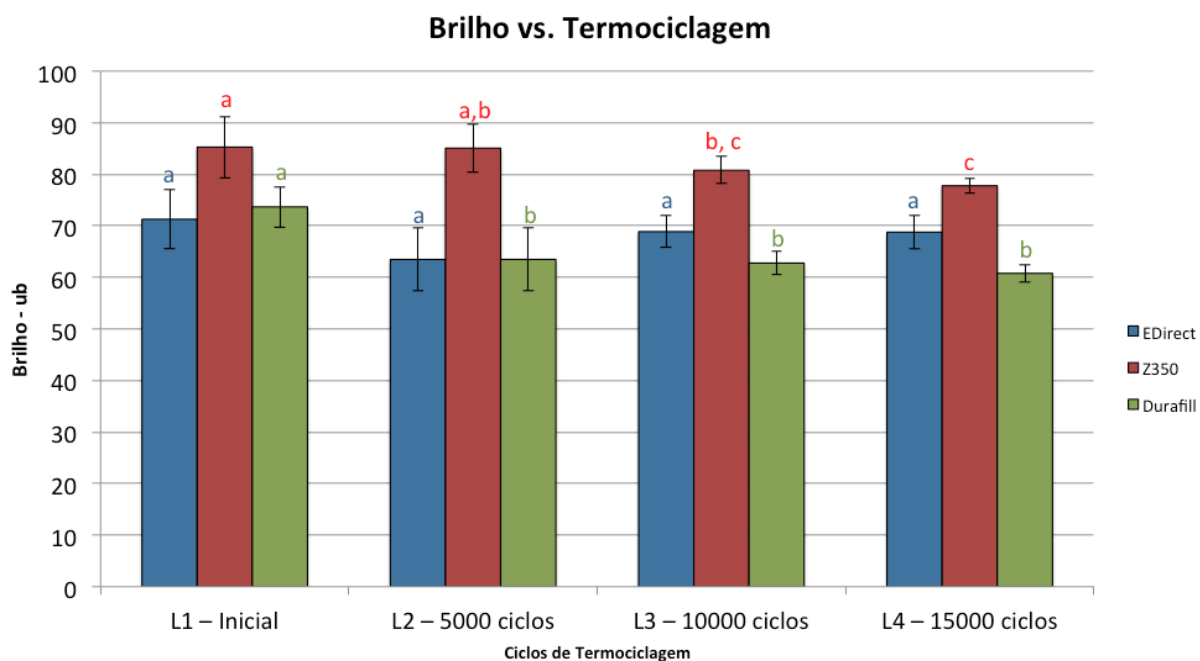


Figura 38 – Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina e tempo de envelhecimento após termociclagem. Letras iguais representam ausência de diferenças (comparações feitas dentro de cada grupo de resina).

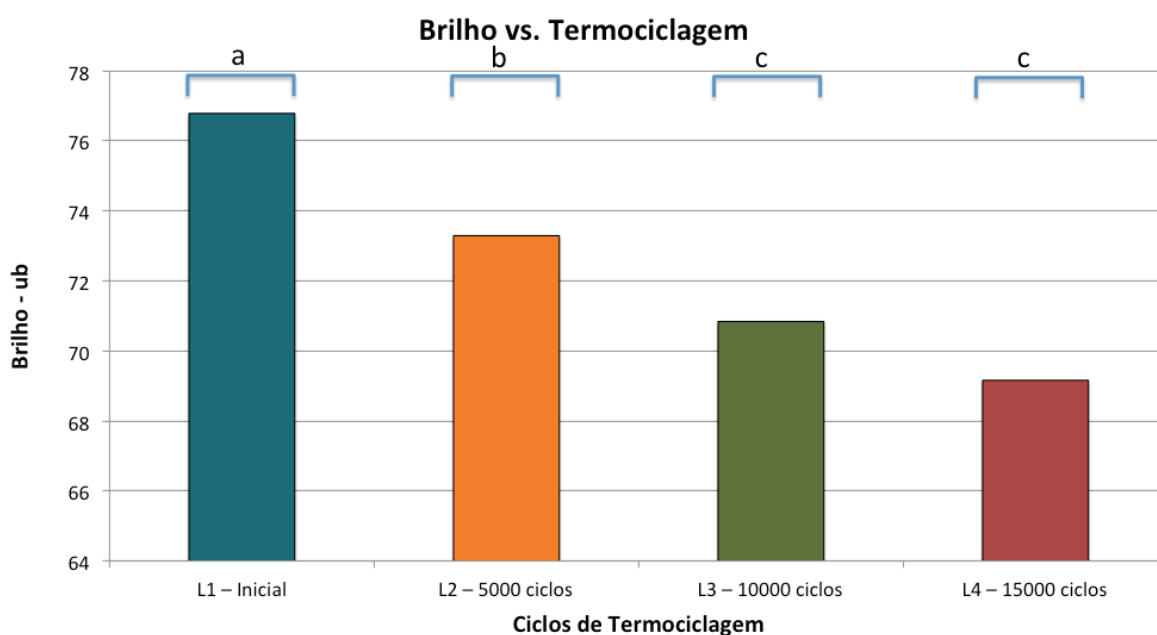


Figura 39 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com os tempo estudados no grupo envelhecido por termociclagem. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

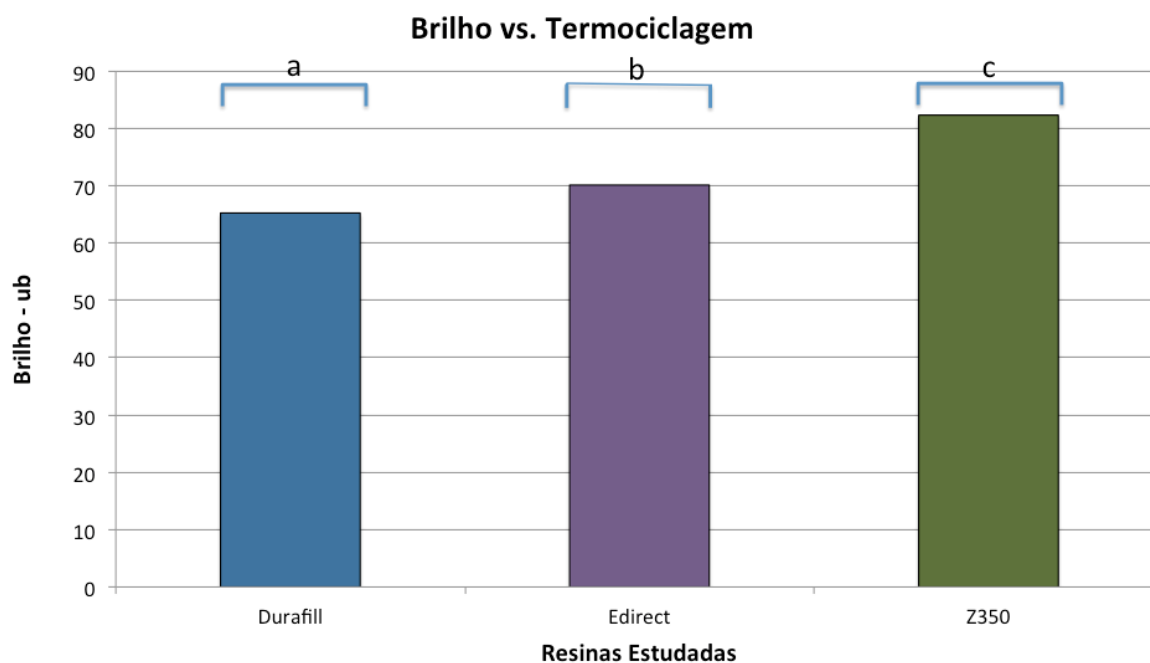


Figura 40 – Distribuição dos resultados de brilho em UB de acordo com as resinas estudadas para o envelhecimento por termociclagem. Letras semelhantes indicam grupos homogêneos (teste de Tukey).

### 5.7 Resultados – Estudo 7 (Influência do tratamento clareador e envelhecimento induzido sobre o brilho superficial de resinas compostas)

Os valores de média e desvio-padrão da variação de brilho após os procedimentos clareadores e após o envelhecimento artificial dos grupos testados estão dispostos na tabela 10 e figura 41.

Tabela 10 – Valores de Brilho Superficial (UB) das resinas utilizadas submetidas ao envelhecimento na luz e na água

Envelheci/o	Resina	Tratamento	Baseline	Pós Clarea/o	Pós Envelheci/o
Luz	Durafill VS	Sem clarea/o	67,07 ± 7,3	68,90 ± 5,8	35,36 ± 8,2
		C. Consult	64,83 ± 6,1	66,67 ± 5,4	33,38 ± 7,2
		C. Caseiro	66,97 ± 7,1	70,03 ± 4,4	35,40 ± 15,3
	Filtek Z350 XT	Sem clarea/o	80,55 ± 5,9	87,10 ± 2,0	46,69 ± 5,6
		C. Consult	74,80 ± 10,0	86,32 ± 5,3	40,10 ± 9,9
		C. Caseiro	84,10 ± 5,1	82,12 ± 2,8	53,27 ± 9,2
Água	Durafill VS	Sem clarea/o	67,76 ± 6,1	70,54 ± 6,8	63,33 ± 5,7
		C. Consult	66,13 ± 5,2	70,49 ± 5,4	61,61 ± 4,6
		C. Caseiro	70,12 ± 6,1	69,41 ± 5,4	62,10 ± 5,9
	Filtek Z350 XT	Sem clarea/o	77,57 ± 8,6	88,05 ± 8,4	81,38 ± 8,8
		C. Consult	76,68 ± 7,3	84,76 ± 7,8	76,33 ± 11,5
		C. Caseiro	81,58 ± 10,8	78,1 ± 11,1	75,50 ± 9,2

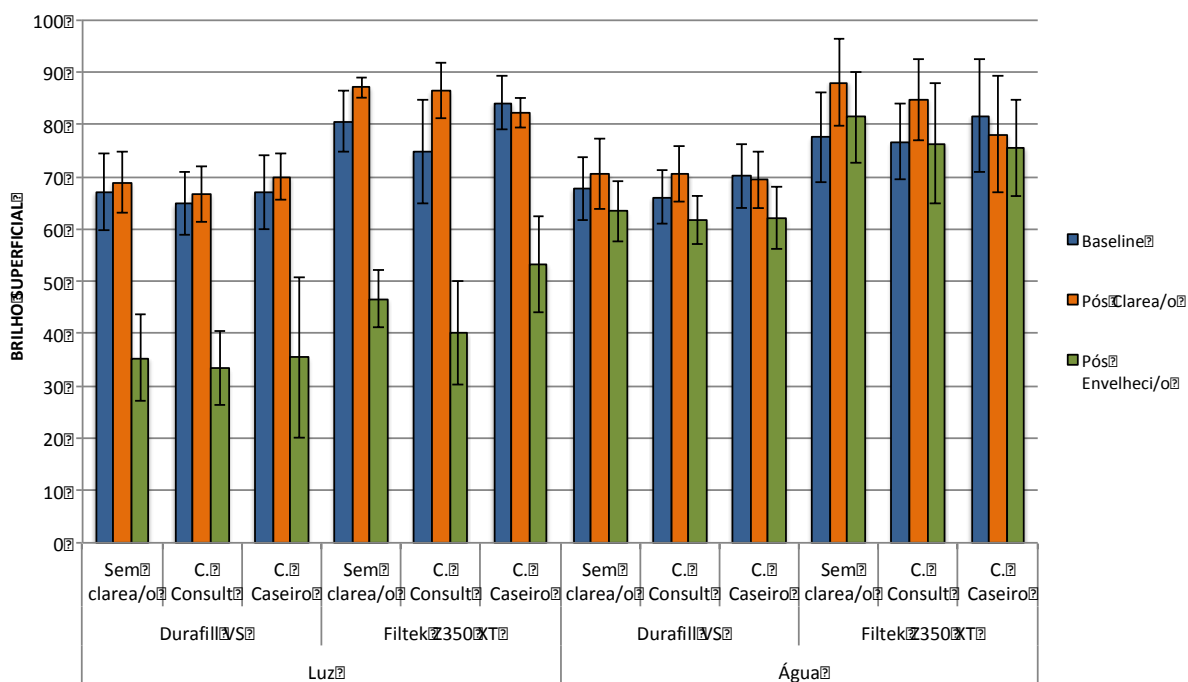


Figura 41 – Distribuição dos resultados de brilho em UB e desvio-padrão de acordo com o tipo de resina, clareamentos e envelhecimentos utilizados.

Para a análise estatística realizou-se o teste de análise de variância de medidas repetidas e teste de Tukey, com significância de 5%. Os valores obtidos com o teste de análise de variância três fatores e medidas repetidas estão dispostos na tabela 11.

Tabela 11 - Valores de variação de brilho obtidos através do teste de análise de variância de medidas repetidas

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	1642733	1	1642733	13501,99	0,000000
Resina	16569	1	16569	136,19	0,000000
Clareamento	550	2	275	2,26	0,109420
Envelhecimento	8238	1	8238	67,71	0,000000
Resina*Clareamento	103	2	52	0,43	0,654889
Resina*Envelhecimento	32	1	32	0,27	0,606517
Clareamento*Envelhecimento	252	2	126	1,03	0,358980
Resina*Clareamento*Envelhecimento	123	2	61	0,50	0,605867
Erro	12775	105	122		
Tempo	30039	2	15020	580,69	0,000000
Tempo*Resina	138	2	69	2,67	0,071517
Tempo*Clareamento	680	4	170	6,57	0,000053
Tempo*Envelhecimento	15993	2	7996	309,16	0,000000
Tempo*Resina*Clareamento	473	4	118	4,57	0,001475
Tempo*Resina*Envelhecimento	145	2	73	2,80	0,062821
Tempo*Clareamento*Envelhecimento	167	4	42	1,61	0,172561
Tempo*Resina*Clareamento*Envelhecimento	145	4	36	1,40	0,233577
Erro	5432	210	26		

Na análise de brilho pode-se observar que o tipo de resina composta e o protocolo de envelhecimento influenciaram no brilho superficial ( $p < 0,001$ ). A resina Durafill VS apresentou valores estatisticamente inferiores à resina Filtek Z350 XT nos três tempos avaliados (Durafill VS: 61,67 UB e Filtek Z350 XT: 75,67 UB). O protocolo de envelhecimento por luz resultou em valores de brilho superficial inferiores ao envelhecimento por água (Envelhecimento em luz: 63,31 UB e Envelhecimento em água: 75,67 UB). O tipo de clareamento não influenciou no brilho superficial das resinas compostas ( $p = 0,11$ ). Não houve interação entre os três fatores em estudo. O fator de repetição (tempo de

leitura: baseline, pós-clareamento e pós-envelhecimento) influenciou nos resultados ( $p < 0,001$ ). O brilho no *baseline* foi inferior ao brilho pós-clareamento e o brilho pós-envelhecimento foi inferior às medidas anteriores (*Baseline*: 72,98 UB; Pós-clareamento: 76,70 UB e Pós-envelhecimento: 55,79 UB).

Houve interação entre o fator de repetição e o protocolo clareador ( $p < 0,001$ ). Esta interação é observada pois o brilho do *baseline* foi semelhante ao brilho pós-clareamento no grupo do clareamento caseiro. Também houve interação entre os fatores tempo, resina e protocolo de clareamento ( $p = 0,002$ ). Quando da comparação entre os valores de brilho após os procedimentos envelhedores, não houve diferenças entre os três grupos testados (Sem clareamento; C. Caseiro, C. Consultório) para ambas as resinas, indicando que o procedimento clareador não influencia na perda de brilho a longo prazo ( $p = 0,234$ ).

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Influência das propriedades das resinas sobre o brilho superficial

Várias propriedades das resinas compostas foram estudadas frente a alterações de brilho, porém de acordo com os poucos relatos encontrados na literatura e com os dados obtidos, nota-se que estas propriedades influenciam minimamente no brilho superficial objetivo de resinas compostas.

A cor não apresentou influências sobre o brilho, quando da comparação entre resinas das cores A1, A2 e A3. Estes resultados estão de acordo com Anagnostou et al. (2010), que durante a realização de estudo que determinou a alteração de cor e brilho após protocolos clareadores, não detectaram relação entre as propriedades de cor e brilho das resinas compostas. Segundo Cook e Thomas (1990), a reflexão especular é em geral não-seletiva espectralmente (American Society for Testing and Materials, 1985), resultando em independência de cor quando da aferição de brilho. Diferenças de 1 a 2 UB podem ser encontradas quando da análise de superfícies sem cor ou altamente cromáticas. Ota et al. (2012) observaram correlação entre as propriedades de cor, translucidez e brilho com o índice de refração dos materiais, fato também observado por Lee (2007). Naquele estudo, porém, não se determinou relação das propriedades entre si, não dando suporte direto às observações de falta de correlação de cor e brilho já reportadas na literatura e neste estudo.

Interessante ressaltar, que apesar de a cor não influenciar o brilho superficial objetivo, o brilho por sua vez influencia a propriedade da cor (Joiner, 2004). Este fato é importante em odontologia, uma vez que superfícies mais brilhantes possivelmente disfarçariam melhor possíveis diferenças de cor das restaurações.

O estudo da cor, neste trabalho, objetivou principalmente descartar possíveis influências desta propriedade sobre o brilho objetivo. Este dado é importante para discussões de trabalho futuros que analisem a influência da cor na percepção de brilho, uma vez que o brilho subjetivo é relatado ser influenciado pela cor (Cook, Thomas, 1990). Ainda, como limitação desta parte do estudo, destacamos que a utilização das diferentes cores de resina talvez não tenha considerado a matiz e sim o croma, principalmente. Estudos futuros utilizando cores de resina de diferentes grupos (A, B, C e D) talvez devam ser realizados.

A translucidez também não influenciou os resultados de reflexão espectral, quando da comparação entre resina de dentina e de esmalte. Assim como a influência desta característica sobre a cor ainda não está totalmente elucidada (Ota et al., 2012), o mesmo pode-se dizer sobre o brilho superficial. Contrariamente a esta observação, Motoyoshi (2010) relata que a translucidez influencia a percepção de cor, porém não apresenta quase nenhuma influência sobre a percepção do brilho superficial.

Quando se estuda a reflexão de materiais translúcidos compostos, os índices de refração dos componentes destes materiais devem ser próximos para se obter uma maior translucidez, uma vez que a reflexão e a refração na interface destes componentes é reduzida (Ota et al., 2012). No caso das resinas compostas, materiais à base de BISGMA aparentam-se mais translúcidos que materiais à base de TEGDMA, pois o índice de refração do primeiro é similar ao índice da sílica. Como nosso estudo utilizou somente uma resina que apresentava BISGMA, este fator foi eliminado. Porém, este talvez deva ser considerado em estudos futuros.

Em estudos de computação gráfica, a composição de superfícies especulares transparentes é conhecida como um desafio (Ihrke et al., 2010). Dados representativos destes estudos para a odontologia são a reflexão em

subsuperfície e a dificuldade em se determinar o padrão de percepção de reflexão destes objetos.

O brilho superficial de resinas compostas experimentais foi reportado como dependente da concentração das partículas inorgânicas, sendo que quanto maior a concentração de carga, maior o brilho apresentado por esta resina (Jasse et al., 2013). Se pensarmos que resinas mais translúcidas apresentam menos carga, poderíamos supor que as mesmas apresentariam um brilho menor em comparação com sua homóloga mais opaca. Infelizmente estas observações não podem ser extrapoladas para o presente estudo, possivelmente por duas razões: não sabemos ao certo qual a diferença em porcentagem de peso das partículas inorgânicas das duas resinas testadas (esmalte e dentina) e também não sabemos qual o nível de translucidez necessário para levarmos em conta a reflexão de subsuperfície em detrimento à reflexão superficial. De acordo com o fabricante das resinas testadas, as resinas translúcidas possuem 72,5% em peso de carga inorgânica e que as outras (esmalte, *body* e dentina) apresentam 78,5%. Provavelmente se comparássemos com a resina translúcida desta marca, ainda assim não observaríamos diferenças, considerando que diferenças foram detectadas por Jasse et al. (2013) a partir de grande variação entre as cargas inorgânicas testadas, ente 40 e 75% em peso.

A espessura foi a única propriedade com influência no brilho. Espécimes com 0,5 mm de espessura apresentaram valores de brilho inferior às outras espessuras. Estes resultados são contrastantes com o único estudo em odontologia (Sulaiman et al., 2015) sobre este tópico. Naquele estudo, a divergência (falta de diferença de brilho de acordo com a espessura) ocorreu possivelmente pela utilização de um material muito opaco, a zircônia. Desta forma, acreditamos que a associação entre espessura e opacidade deva influenciar nos resultados de brilho, fato este não observado no presente estudo por razões já discutidas no tópico da translucidez.

Acreditamos desta forma, que materiais mais translúcidos e finos devam permitir menor reflexão pelas partículas inorgânicas, considerando a quantidade (espessura) e característica de reflexão de subsuperfície (translucidez), e ainda pela maior difusibilidade de luz nestes espécimes. Esta suposição é suportada por estudos que definem que o grau de difusibilidade de luz em resinas compostas é influenciado por espessura de até 0,5 mm, e ainda que em espessuras maiores que 1,0 mm, esta característica não é mais observada (Arimoto et al., 2010), sendo que a característica de difusibilidade comporta-se similarmente nestas situações. Mais estudos são necessários para esta constatação.

A presença de um fundo opaco é de extrema importância quando da determinação de brilho em medidor de brilho (American Society for Testing and Materials, 1985; International Organization for Standardization, 2014). Este fundo opaco é utilizado para eliminar influências de iluminação proveniente do meio ambiente, ou ainda do material de fundo quando da avaliação de tintas e vernizes. Em condições clínicas, uma vez que a resina é colocada sobre estruturas dentárias, a luz vinda do lado oposto talvez não seja tão importante. Por outro lado, devemos considerar a utilização de fundo escuro/opaco, pois além de influenciar na reflexão da luz com consequências sobre a cor dos materiais resinosos (Miyagawa et al., 1981), quase sempre utilizamos, na clínica diária, resinas mais opacas para substituição da dentina perdida.

Quando da observação com fundo opaco (resina de dentina A2D), obtivemos a mesma característica, na qual somente a espessura influenciou nas propriedades do brilho. A presença ou ausência da fundo opaco não influenciou no brilho superficial das resinas testadas. Este fato possivelmente é explicado pela opacidade média da dentina utilizada.

Um resultado interessante foi a semelhança de brilho entre os espécimes de 0,5 e 1,0 mm neste novo estudo, fato divergente quando do estudo anterior

(no qual os mesmos espécimes foram utilizados). Ainda seguindo a ideia da difusibilidade da luz em espécimes de 0,5 mm (Arimoto et al., 2010), a presença de fundo auxiliou na diminuição da transmissão de luz, suportando os resultados de brilho semelhantes encontrados entre as duas espessuras. Clinicamente, esta observação é de extrema importância, uma vez que a espessura de resina de esmalte de 0,5 mm parece ser frequentemente empregada em restaurações estéticas diretas.

## **6.2 Influência da percepção de brilho sobre a resina composta**

Dentre as influências do brilho na Odontologia, talvez a determinação subjetiva desta propriedade seja de maior importância. Vários aspectos parecem influenciar a percepção do brilho. Trabalhos avaliando este aspecto em odontologia são escassos, sendo a maior parte dos trabalhos das áreas de psicologia, física e computação gráfica.

Para estes estudos de percepção de brilho, decidiu-se utilizar testes estatísticos de regressão não-linear uma vez que a escala de brilho é relatada por apresentar quebra de linearidade em 30 e 80 UB (Ji et al., 2006), o que poderia prejudicar a interpretação dos dados se testes lineares fosse utilizados.

Quando da observação dos espécimes com diferentes parâmetros de brilho superficial pré-definidos em medidor de brilho (de 10 a 85 UB), detectou-se diferenças quando da observação destes espécimes pelos observadores nos três iluminantes testados, sendo a luz fluorescente com menores proporções de perceptibilidade. A iluminação é conhecida da literatura como influente na percepção de brilho (Olkkonen, Brainard, 2010; Kucukoglu et al., 2015). Em estudo que esferas são observadas com diferentes iluminantes simulando o mundo real (cozinha, arvoredo ou cidade), detectou-se que os

iluminantes influenciam na percepção de brilho e que a definição das áreas de reflexão são responsáveis por tal constatação (Marlow, Anderson, 2013). A influência de mesoestrutura também influenciou na percepção de brilho, associada (Marlow, Anderson, 2013) ou não (Marlow et al., 2012) ao tipo de iluminante.

Para os observadores do presente estudo, o índice de acerto na luz fluorescente foi menor que para os outros iluminantes. Porém, quando da observação de intervalos de unidade de brilho maiores, durante as comparações, este iluminante se comportou semelhantemente aos outros dois (Figuras 24 e 25). Extrapolando para a clínica odontológica, estes três iluminantes foram utilizados por representarem os iluminantes que somos expostos no dia a dia e ainda por serem geralmente utilizados quando do estudo de efeitos de iluminantes sobre a cor (Lee et al., 2011). Entretanto, não conseguimos fazer um paralelo entre as duas propriedades frente aos vários iluminantes, uma vez que, apesar de serem consideradas propriedades de reflexão de luz, cada uma tem suas peculiaridades frente às energias luminosas quando do encontro com a superfície dos objetos.

Se pensarmos que a luz fluorescente resulta em menores percepções de brilho superficial de resinas compostas, podemos extrapolar duas situações: 1- restaurações presentes em dentes de indivíduos que se encontram em ambientes com luz fluorescente, possivelmente apresentarão compatibilidade maior de brilho com as estruturas dentárias adjacentes em comparação com outros ambientes/iluminações; e 2- o cirurgião-dentista terá maior dificuldade de adequar o brilho de restaurações com a estrutura dentária adjacente se estiver em ambiente iluminado com luz fluorescente.

Não se sabe se esta propriedade pode e/ou deve ser considerada individualmente, como discutido anteriormente. Também não se sabe qual a contribuição do brilho para considerarmos uma restauração adequada ou não

quanto aos aspectos estéticos. Por conta desta falta de conhecimento na literatura, discutimos somente os valores de brilho e consideramos que estes podem trazer diferenças desde que este componente isolado influencie em cada situação analisada.

O fundo preto utilizado para sustentar os espécimes em posição dentro da cabine de observação pode ter influenciado nestes resultados. De acordo com Doerschner et al. (2010), em estudo que verificou o brilho de superfícies artificialmente brilhosas, percebeu-se que as esferas foram consideradas com maior brilho quando da observação em fundo preto em comparação com fundo branco. Como no presente estudo vários padrões de brilho foram comparados com uma amostra de esmalte bovino com 85 UB, intervalos menores de diferença de UB podem ter sido prejudicados, uma vez que as resinas se apresentariam com maior brilho no fundo preto, próximo ao brilho do esmalte. Ainda, se a observação fosse feita em um fundo branco, possivelmente conseguiríamos ver mais diferenças quando da comparação nestes intervalos menores de  $\Delta UB$ . Não conseguimos prever se encontraríamos diferenças entre os iluminantes se o fundo de observação fosse branco e também não sabemos se o fundo branco seria mais representativo em termos clínicos.

Outra consideração a ser feita sobre este estudo refere-se a utilização de padrão em esmalte bovino. Vários observadores relataram a diferença entre as cores dos espécimes avaliados. Além deste fator, o esmalte bovino pode apresentar maior fluorescência que a resina testada, levando a um aumento na percepção de brilho (Barucci-Pfister, Gohring, 2009) e possivelmente interferindo com os resultados encontrados.

Para finalizar, um dado interessante pode ser notado quando da observação na luz incandescente e fluorescente. Houve um aumento de acertos quando das comparações com  $\Delta UB$  igual a zero. Os observadores já não enxergavam diferenças com  $\Delta UB$  de 15, fato diferente quando da observação

em luz do dia.

Para o segundo estudo que utilizou a percepção de brilho, temos que o tipo de observador não influenciou nos resultados e que diferentes intervalos de  $\Delta U B$  foram interpretados diferentemente.

Para os observadores, de acordo com vasta revisão de literatura sobre a percepção de brilho (Chadwick, Kentridge, 2015), reporta-se que estes detectam brilho superficial diferente em casos de iluminação não natural, sendo não complexas geometricamente. Esta característica não é observada quando em luz natural, representativa do mundo real, a qual resulta em semelhança entre a interpretação de brilho por observadores. Ainda nesta mesma revisão, os autores relatam que observadores procuram certas informações (formas, áreas de reflexão, contraste, etc.) para definir o brilho em condições de mundo real.

Os resultados do presente estudo reportam não haver diferenças entre os observadores. Várias suposições podem ser relatadas para este cenário: os observadores, apesar de existir um grupo não relacionada à odontologia, tinham noções básicas de brilho; a limitação do ângulo de visualização pode ter facilitado a detecção de áreas de reflexos e conseqüentemente auxiliado na observação do brilho; a presença de superfície plana e regular auxiliou a detecção do brilho; a uniformidade da superfície, relacionado à falta de contraste em termos de cor e relacionado à ausência de mesoestrutura, possivelmente uniformizaram a detecção do brilho; e por fim, a presença de fundo e entorno preto auxiliou em maior detecção de diferenças de brilho.

Quando da constatação da observação em mundo real, seria importante visualizar os materiais odontológicos com fundos similares ao fundo bucal, com entorno similar aos dentes e tecidos moles, e ainda com iluminação com complexidade geométrica peculiares. Porém, percebe-se que quando da observação em mundo real, vários outros influentes podem interferir na percepção de brilho e um possível influente isolado não poderia ser detectado.

Nas condições utilizadas no presente estudo, nenhum parâmetro influenciou na percepção do brilho pelos diversos observadores.

A limitação do ângulo de visualização pode de certa forma ter influenciado nos resultados. Em estudo que compara a liberdade de observação do brilho superficial de objetos (Scheller Lichtenauer et al., 2013), os autores concluem que observadores com liberdade de movimentação do ângulo de observação conseguem detectar brilho com maior confiabilidade, possivelmente pela interação com os objetos, uma vez que podem ajustar suas técnicas de exploração visual. Ainda relatam que existe uma movimentação por maior período de tempo quando da observação de superfícies foscas. Observadores passivos ficam limitados à informação visual somente. No presente estudo, não sabemos qual seria o resultado se não limitássemos o ângulo de visão dos observadores. Possivelmente teríamos uma melhora na percepção do brilho, seguindo os achados de Scheller Lichtenauer et al. (2013), com possíveis aumentos na perceptibilidade de brilho em intervalos de  $\Delta UB$  reduzidos. Por outro lado, achamos que poderia haver diferença entre os observadores, uma vez que o direcionamento da visualização auxilia os observadores a encontrar a área de reflexão especular, e este fato possa ter beneficiado os observadores leigos.

Segundo Sharan et al. (2014), o conhecimento prévio dos objetos ajuda a determinar as propriedades do mesmo. Esta característica não foi detectada no presente estudo em que observados com diversos graus de instrução não detectaram diferentemente espécimes com brilhos superficiais distintos. Se os relatos do estudo relatado acima guiassem este estudo, dentistas ou estudantes de Odontologia poderiam perceber as diferenças de brilho entre os espécimes pelo conhecimento prévio deste material, diferentemente dos leigos.

Os espécimes do presente estudo apresentavam área de  $28,3 \text{ mm}^2$ , sem irregularidades ou presença de áreas de contraste. De acordo com vários

estudos, sabe-se que todos estes fatores influenciam a percepção de brilho. A presença de reflexão parece ser mais importante que o contraste da superfície e ainda a área total de reflexão é mais importante que as duas propriedades anteriores (Marlow, Anderson, 2013). Todos estes parâmetros foram controlados neste estudo, não influenciando na percepção pelos observadores. As amostras apresentavam somente uma área de reflexão e esta área era grande devido à uniformidade da superfície dos mesmos.

A presença de mesoestrutura (Marlow et al., 2012) e várias áreas de reflexão (Granzier et al., 2014) também influenciam a percepção de brilho, porém, como relatado anteriormente, estas características também foram controladas neste estudo. Por serem características presentes em restaurações e nas estruturas dentárias, estudos futuros que avaliem estas características talvez sejam necessários.

Outro possível interferente para a percepção de brilho é o campo de fundo e o campo adjacente. Quando da observação de esferas em fundo preto, observadores perceberam mais brilho quando em comparação da observação em fundo branco (Doerschner et al., 2010). O presente estudo avaliou todos os espécimes em fundo preto, sendo que a falta de detecção de diferenças de brilho em intervalos de  $\Delta UB$  pequenos pode ter sido negativamente influenciada pelo fundo. Não sabemos se o fundo fosse branco, em que observadores detectam menos brilho, teríamos resultados diferentes, uma vez que todas as amostras dos grupos de comparações foram expostas aos mesmos fundos.

O entorno, se brilhante e/ou irregular, com várias áreas de reflexão, leva a percepção de objetos com valores menores, ou seja, mais escuros (Schmid, Anderson, 2014). Não há estudos que verificam a influência do entorno sobre o brilho e tampouco com extrapolação para as condições odontológicas.

Quando da comparação entre as várias faixas de  $\Delta UB$ , podemos constatar que intervalos maiores são mais facilmente detectados, indo de 100%

de detecção ( $\Delta$ UB 75) a cerca de 45% ( $\Delta$ UB 15). Podemos também notar uma falta de linearidade quando da comparação entre 25 e 40 UB ( $\Delta$ UB de 15), e ainda quando do  $\Delta$ UB de 30 e 45, nas comparações que envolvem espécimes de 70 ou 85 UB. Este fato é explicado possivelmente por uma quebra de linearidade na escala do brilho com valores próximos de 30 e 80 (Ji et al., 2006). Com isto, espécimes próximos de 30 UB que se enquadram em faixas logo abaixo e logo acima deste valor, apresentam diferenças de brilho facilmente detectáveis, como observado no presente estudo, em que 60% dos observadores detectaram diferenças entre 24 e 40 UB. Este mesmo fato foi relatado para os outros grupos de comparações ( $\Delta$ UB 30 e 45) quando da comparação com espécimes de 70 ou 85 UB. Interessante notar também a quase total falta de perceptibilidade quando da comparação entre os espécimes com 10 e 25 UB, fato suportado pelo mesmo estudo que relata queda drástica de brilho com valores inferiores a 20 UB (Figura 27).

A maioria dos estudos na literatura que avaliam o brilho superficial, relatam a necessidade de avaliar esta propriedade em condições normais de avaliação, levando-se em consideração condições de mundo real (Brainard, Maloney, 2004; Scheller Lichtenauer et al., 2013), onde são consideradas cenas complexas, pelo fato de visualização em ângulos direcionados e iluminantes padronizados não serem representativos da realidade.

Em odontologia, além do campo restrito, presença de fundo escuro, presença de superfícies irregulares, ainda devemos considerar a presença de saliva. Não se sabe ao certo o papel da saliva na percepção de brilho, e possivelmente esta deva mascarar diferenças entre materiais restauradores e estrutura dentária por conta de filme líquido cobrindo as superfícies (Tanaka et al., 1985). Estudos futuros que verificam a influência de película de saliva no brilho superficial objetivo e subjetivo de materiais odontológicos devem ser realizados para responder estes questionamentos.

O limite de perceptibilidade foi definido por meio de regressão não-linear e chegou-se ao valor de 17,6 UB (Figura 28). Isto significa que dentro das condições avaliadas, se existir uma diferença maior que 17,6 UB, pelo menos 50% dos observadores detectarão diferenças de brilho. Não há nada na literatura para que pudéssemos comparar este valor de  $\Delta UB$ . Também não se sabe se espécimes com outras características, amplamente discutidas neste tópico, apresentariam diferentes valores de limite de perceptibilidade. A determinação deste limite se assemelhou à ideia de determinar um grau de perceptibilidade clínica de alteração de cor, definido na literatura como  $\Delta E$  variando de 1,0 a 3,7 (Khashayar et al., 2014; Paravina et al., 2015) .

### **6.3 Influência de envelhecimentos sobre o brilho superficial de resinas compostas**

Em observação aos métodos envelhecimento, de forma geral, estes levaram a um decréscimo no brilho superficial espectral das diferentes resinas testadas. Existiram situações em que houve degradação logo após a primeira etapa de envelhecimento e em outras situações esta degradação foi gradual. Somente em uma condição específica de envelhecimento com determinada resina composta, o envelhecimento não influenciou no brilho superficial espectral.

Este tópico foi dividido para cada envelhecimento testado, mesmo que em alguns momentos a justificativa fosse similar a outros testes de envelhecimento já discutidos.

Em relação à escovação, o tipo de resina e o tempo de escovação influenciam nos valores de brilho. Não houve interação entre os fatores. Para o

tipo de resina, a Durafill foi a que apresentou os menores resultados. Apesar de os procedimentos de polimento inicial serem padronizados, sabe-se que o desgaste das resinas compostas depende da porção inorgânica e orgânica das mesmas. A resina nanoparticulada possui partículas nanométricas de sílica e nanoaglomerados individuais que servem para aumentar a quantidade de partículas, e associado a matriz resinosa, promovem alta lisura de superfície e valores de brilho (Oliveira et al., 2014). Esta característica de polimento superficial pode ser explicada pela possibilidade de desgaste dos nanoaglomerados nas resinas de nanopartícula (Mitra et al., 2003), o que não acontece com partículas inorgânicas encontradas em resinas que não utilizam a nanotecnologia. Este fato possivelmente explica o comportamento apresentado pela resina Z350, no qual se observou maior brilho superficial inicial, concordando com relatos da literatura (Can Say et al., 2014). Por outro lado, o pior desempenho da resina microparticulada pode estar relacionado a uma porção orgânica menos dura, resultando em partículas protruídas ou mesmo espaços com ausência de partículas inorgânicas após um procedimento de polimento superficial (Can Say et al., 2014).

Sabe-se que a rugosidade superficial de resinas compostas influencia o brilho superficial das mesmas (Lu et al., 2005). No entanto, esta propriedade óptica também é influenciada pela diferença de índices de refração da matriz das resinas compostas (Lee et al., 2005). Há relatos na literatura que comprovam que o brilho superficial é material dependente e que no caso das resinas compostas, a composição (Heintze et al., 2006; Yazici et al., 2010; Oliveira et al., 2014) e concentração (Campbell et al., 1986; Ardu et al., 2009) de carga inorgânica devem ser consideradas. Estas considerações possivelmente explicam as diferenças obtidas no presente estudo. Apesar de a resina composta durafill ser conhecida pela facilidade de polimento, a mesma não apresentou resultados compatíveis com as resinas microhíbridas ou nanoparticuladas estudadas.

A literatura mostra que a escovação produz irregularidades microscópicas e macroscópicas o que resulta na reflexão difusa da luz incidente seja refletida difusamente, reduzindo assim o brilho de superfície (Jain et al., 2013; Kaizer et al., 2014). A redução do brilho de resinas indiretas após 10.000 ciclos de escovação é próxima a 75% e perto de 90% após 20.000 ciclos (Jain et al., 2013), e este decréscimo está relacionado com a rugosidade superficial promovida pela escovação. No presente estudo, em que resinas compostas de uso direto foram testadas, a redução de brilho ocorreu entre 15 e 35% após 10.000 ciclos.

Segundo Monteiro e Spohr (2015), a rugosidade superficial de resina Z350 e Empress direct se comportou de forma semelhante após escovação com vários dentifrícios. Houve aumento da rugosidade em ambos os casos, o que pode explicar o comportamento de brilho obtido no presente estudo. O comportamento de perda de brilho com o passar do tempo também é suportado por resultados presentes na literatura (Suzuki et al., 2009; Kamonkhantikul et al., 2014), o qual está relacionado a um desgaste e aumento da rugosidade progressivos com o aumento do número de ciclos de escovação simulada.

Existem relatos que diferentes métodos de polimento das resinas compostas podem influenciar diferentemente a rugosidade superficial após o envelhecimento (Lima et al., 2015). Em trabalho que utilizou o clareamento como método de envelhecimento, os sistemas de polimento influenciaram na rugosidade superficial das resinas testadas e segundo os autores, houve maiores alterações de superfície de acordo com o sistema utilizado e isto explica os valores diferentes encontrados (Lima et al., 2015). Como no presente estudo a forma de acabamento e polimento foi padronizada, esta possível influência na rugosidades superficial após envelhecimento e conseqüente deterioração do brilho superficial deve ser desconsiderada.

De forma geral, houve decréscimo do brilho superficial com o aumento do número de ciclos de escovação (Ardu et al., 2009), sendo que do segundo para o terceiro ciclos e do terceiro para o quarto ciclos, não encontramos diferenças no brilho superficial. Este fato pode ser explicado por possível perda de estrutura de material resinoso e consequente perda de partículas (Roselino et al., 2015), o que temporariamente pode levar a uma regularização da superfície do material e um possível declínio do aumento da rugosidade, desacelerando o processo de perda de brilho superficial nesta etapa do envelhecimento.

Não há muitos estudos na literatura que relatam perda de brilho de resinas compostas após processos de envelhecimento. Por este motivo utilizamos resultados de aumento de rugosidade para explicar os resultados encontrados, uma vez que há forte associação da propriedade de brilho superficial com a rugosidade de materiais odontológicos (Barucci-Pfister, Gohring, 2009; Kamonkhantikul et al., 2014; Malavasi et al., 2015).

Para o grupo envelhecido por luz, o comportamento das diferentes resinas testadas foi semelhante ao grupo do envelhecimento por escovação. A exposição por luz e possível exposição ao calor gerou resultados similares ao envelhecimento por escovação. A composição diferente das resinas, como discutido anteriormente, provavelmente explica esta observação.

A exposição à luz resultou em perda de brilho gradativa de acordo com o tempo de exposição. Estudo similar apresentou resultados que comprovam esta observação (Furuse et al., 2008). A possível explicação está no fato de que o envelhecimento por luz deteriora a parte orgânica das resinas compostas, imersas em água, interferindo com a reflexão de luz pelas partículas inorgânicas (Oliveira et al., 2014). No estudo de Schulze et al. (2003), sobre os efeitos do envelhecimento induzido sobre a cor de resinas compostas, os autores atribuem a ação superficial da exposição a luz de xenônio como possível responsável pela deterioração do material, justificando os resultados. Esta possível deterioração

superficial também pode explicar os resultados gradativos de perda de brilho encontrados no presente estudo.

Para as resinas Z350 e durafill, a perda de brilho somente iniciou após a segunda leitura do envelhecimento. Esta condição pode ser explicada pela deterioração menos acentuada da matriz orgânica inicialmente por estas duas resinas, ou ainda pela influência mais imediata sobre as partículas inorgânicas da E direct, resultando em perda de brilho significativa logo após o primeiro ciclo de envelhecimento. No estudo de Furuse et al. (2008), no qual resinas compostas com diferentes componentes orgânicos foram utilizados (silorano e à base de metacrilatos), observou-se uma diferença entre o padrão de deterioração do brilho superficial, sendo este comportamento material dependente, com as resinas à base de silorano apresentando os melhores resultados de retenção de brilho superficial espectral. Este fato suporta a suposição de que o envelhecimento por luz influencia principalmente a matriz orgânica do material, quando da análise e correlação com a perda de brilho superficial. Não há relatos na literatura que possam explicar as possíveis interações e degradações sofridas pelas resinas compostas, seja nas porções orgânica ou inorgânica, frente ao envelhecimento por luz.

Para o grupo de envelhecimento químico, a resina durafill novamente apresentou os menores valores de brilho, seguidos pela EDirect e pela Z350. A ação deste envelhecimento gerou diferenças quanto ao comportamento de brilho das diferentes resinas apresentadas e discutidas anteriormente. A diferença de partículas inorgânicas (tipo e concentração) influencia a difusão de soluções aquosas e também o etanol (Schmidt, Ilie, 2013), levando a diferentes padrões de envelhecimento frente a estes produtos. Possivelmente por conta destas diferenças em composição, o trabalho de Schmidt e Ilie (2013) apresentou resultados contrastantes quanto as propriedades mecânicas, no qual o etanol não gerou queda destas propriedades. Esta observação sobre a influência da

composição na penetração do agente de envelhecimento (Drummond, 2008) possivelmente explica as diferenças encontradas dentro do grupo de cada resina testada. Em outro estudo de alteração das propriedades mecânicas (Boaro et al., 2013), observou-se uma grande variação da influência do envelhecimento com etanol sobre as propriedades mecânicas. Ainda naquele trabalho, discute-se a degradação da matriz orgânica (Ferracane, 2006), assim como a degradação das ligações de éster (Drummond, 2008; Koin et al., 2008) e o agente silanizador como possíveis responsáveis pela degradação das propriedades mecânicas. Como o brilho é fundamentalmente uma propriedade de superfície, a degradação com etanol é mais potente logo após 5 dias e apresenta comportamento uniforme nas diferentes resinas estudadas, diferentemente quando se estuda propriedades mecânicas.

A redução do brilho aconteceu já na primeira leitura e se manteve constante nos períodos subsequentes. De acordo com estudo presente na literatura, o etanol influencia as propriedades das resinas compostas, principalmente nas propriedades mecânicas (Bauer, Ilie, 2013) e sua ação está na superfície do material (Drummond, 2008; Ilie et al., 2013). Esta influência na superfície dos materiais suporta os resultados de perda de brilho encontrados no presente estudo. Há dados na literatura (Ardu et al., 2009) para sustentar esta perda de brilho frente ao envelhecimento químico proposto no presente estudo. Dados contrastantes que relatam uma perda linear de brilho também são apresentados (Barucci-Pfister, Gohring, 2009). Não se sabe ao certo as causas da estabilidade de brilho após a primeira sessão de envelhecimento observada no presente estudo.

Como relatado anteriormente, o etanol atua na superfície da resina e a quantidade/composição das cargas é que define o grau de influência deste envelhecimento/penetração do agente envelhecedor na resina (Drummond, 2008). Não se sabe ao certo qual componente ou qual concentração foi

responsável pelos diferentes resultados apresentados pelas diferentes resinas compostas, mas de acordo com a literatura, há indícios de a matriz orgânica exercer papel importante nesta determinação (Sideridou et al., 2007).

De acordo com as observações apresentadas na literatura sobre o envelhecimento com etanol, parece ser consenso que este tipo de envelhecimento afeta muito ou quase nada as propriedades mecânicas dependendo do material estudado (Hahnel et al., 2010; Boaro et al., 2013), fato este que não pode ser extrapolado para as propriedades de superfície, especificamente neste trabalho o brilho superficial espectral.

Quanto à termociclagem, foram observados resultados diferentes entre as resinas testadas, em relação ao tempo. O brilho apresentou diminuição com o tempo. Estudos recentes relatam que a ciclagem térmica possa criar tensões internas na resina composta devido às diferenças no coeficiente de expansão térmico linear da matriz orgânica e do material de carga, o que pode causar a degradação da mesma (Weir et al., 2012). Apesar desta possível degradação, as propriedades mecânicas testadas naquele trabalho não se alteraram. Possivelmente a degradação superficial seja suficiente para interferir nas propriedades de brilho e não suficientes para que ocorram alterações mecânicas. Esta constatação é suportada por trabalhos que verificaram a deterioração de propriedades ópticas das resinas compostas, como translucidez, cor e fluorescência, após protocolos de termociclagem (Yu, Lee, 2013).

No presente estudo, a resina Durafill apresentou o menor brilho. Os seguintes fatores intrínsecos: a composição da matriz da resina, quantidade de carga, o tamanho e a natureza das partículas, a quantidade de foto-iniciador ou inibidor, e o grau de polimerização (Dietschi et al., 1994; Van Landuyt et al., 2007; Jain et al., 2013) devem ser considerados para a análise das propriedades ópticas das resinas compostas, por exemplo a cor. Podemos sugerir que tais fatores também contribuem para o brilho de superfície em menor ou maior grau.

A resina Z350 apresentou o maior brilho superficial. A literatura ressalta que as pequenas partículas que compõem esta resina provavelmente causam uma diminuição na reflexão difusa do material, o que visualmente resulta numa superfície mais brilhante (Campbell et al., 1986). O formato esférico das partículas de carga na Z350 também pode ser um fator de alta reflexão de luz em comparação com o formato irregular das partículas que compõem a Durafill (Kamonkhantikul et al., 2014).

De acordo com estes dados podemos sugerir que a resina Z350 apresentou o maior brilho, mesmo após os diversos tempos de termociclagem devido sua composição, formato das partículas e índice de refração da mesma, fatores importantes para o brilho superficial de resinas compostas.

A E Direct se manteve constante, sem perda de brilho após o envelhecimento térmico. A matriz orgânica não deve ser influenciada por alterações térmicas (Santos et al., 2015), possivelmente explicando o observado no presente estudo. Estes resultados são condizentes com dados da literatura em que o envelhecimento térmico não altera a rugosidade superficial de resinas compostas (Tuncer et al., 2013), possivelmente não influenciando no brilho também.

De forma geral para este estudo, podemos concluir que os envelhecimentos estudados afetam o brilho de forma diferenciada e que a perda ou estabilidade de brilho é material e envelhecimento dependente. Não conseguimos extrapolar diretamente estes resultados para as condições clínicas onde há certamente outros agentes envelhedores e provavelmente em menor intensidade.

Quanto à influência do clareamento sobre o brilho, a resina Durafill apresentou valores de brilho estatisticamente inferiores aos da Filtek Z350 XT, porém com maior estabilidade que a resina nanoparticulada em todos os tempos avaliados. Esse dado pode ser justificado pela diferença na composição dos

materiais quanto as partículas de carga, também responsáveis pela reflexão da luz do material, e assim como relatado na avaliação da cor, os materiais com partículas de carga de tamanhos superiores sofrem maior degradação. A resina nanoparticulada possui partículas nanométricas de sílica e nanoaglomerados individuais que servem para aumentar a quantidade de partículas, e associado a matriz resinosa, promovem alta suavidade de superfície e valores de brilho (Oliveira et al., 2014). Esta característica de polimento superficial pode ser explicada pela possibilidade de desgaste dos nanoaglomerados nas resinas de nanopartícula, o que não acontece com partículas inorgânicas encontradas em resinas que não utilizam a nanotecnologia. A segunda hipótese de nulidade foi aceita, pois o tipo de clareamento não influenciou nos valores de brilho em ambas as resinas avaliadas, concluindo assim que ambos os protocolos clareadores não promovem mudanças estatisticamente significantes das partículas a ponto de alterar o brilho do material. Há trabalhos que demonstram que os procedimentos clareadores levam a uma maior rugosidade superficial (Turker, Biskin, 2002; Silva AMF et al., 2006; Wang et al., 2011; Markovic et al., 2014), porém este aumento de rugosidade apesar de ter sido significativo para a Filtek Z350 XT (parte não relatada nesta tese), não foi suficiente para promover alterações detectáveis no brilho superficial, uma vez que existe correlação entre rugosidade e brilho superficiais (Ereifej et al., 2013). A terceira hipótese de nulidade foi rejeitada pois ambos os protocolos clareadores associados ao envelhecimento reduziram o brilho, com maior valor de mudança relatado no grupo que sofreu envelhecimento por luz. Novamente, o envelhecimento por luz altera significativamente as propriedades das resinas, que acabam tendo suas matrizes resinosa degradadas e por consequência a exposição das partículas (Oliveira et al., 2014) que refletem o brilho do material. O envelhecimento acaba diferenciando nosso estudo da literatura recente (Yalcin, Gurgan, 2005; Anagnostou et al., 2010) em que não utilizaram

métodos de envelhecimento por luz em seus experimentos. Também pode haver controvérsias de resultados com os da literatura devido aos diferentes equipamentos, resinas compostas e materiais clareadores utilizados em cada estudo. Yalcin e Gurgan (2005); Anagnostou et al. (2010) utilizaram resinas compostas *flow*, híbrida, microhíbrida, nanohíbrida e ormocer, todas distintas das resinas empregadas neste trabalho.

Assim, podemos observar através dos resultados finais obtidos, quando se compara com o grupo envelhecido que não recebeu tratamento clareador prévio, que o material clareador não acelera o processo de envelhecimento das resinas quanto as análises de propriedades ópticas (cor e brilho superficial).

## 7 CONCLUSÃO

Conclui-se que dentre as propriedades das resinas compostas estudadas, a espessura foi a única a influenciar no brilho espectral de resinas compostas. Espécimes com espessura de 0,5 mm apresentam menores valores de brilho, porém semelhantes a 1,0 mm quando da presença de fundo opaco. Os outros fatores, como cor, translucidez e presença de anteparo opaco, não influenciam na reflexão espectral.

A percepção de brilho não foi influenciada por observadores com diferentes níveis de instrução e o tipo de iluminante influenciou na percepção de diferenças de brilho, com resultados inferiores para a Luz Fluorescente. O limite de perceptibilidade de diferença de brilho foi definido em 17,6 UB.

Os métodos de envelhecimento testados influenciam no brilho superficial de resinas compostas, com exceção para o envelhecimento com protocolos clareadores. Estas influências são material-dependente para algumas situações específicas. O padrão de envelhecimento em função do tempo também se mostra material e envelhecimento dependentes.

## 8 REFERÊNCIAS\*

AlQahtani MQ. The effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on the microhardness of four types of direct resin-based restorative materials. *Oper Dent*. 2013 May-Jun;38(3):316-23. doi: 10.2341/12-224-L. Pubmed PMID: 23092142

American Society for Testing and Materials [internet]. : Standard method of test for specular gloss: ASTM D523-14. Conshohocken; 2014 [acesso em 26 abr 2016]. Disponível em [http://compass.astm.org/EDIT/html\\_annot.cgi?D523](http://compass.astm.org/EDIT/html_annot.cgi?D523)

Anagnostou M, Chelioti G, Chioti S, Kakaboura A. Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e129-36. doi: 10.1016/j.jdent.2010.06.006. Pubmed PMID: 20600560

Anderson BL, Kim J. Image statistics do not explain the perception of gloss and lightness. *J Vis*. 2009;9(11):10.1-17. doi: 10.1167/9.11.10. Pubmed PMID: 20053073

Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent*. 2011 Jul;39 Suppl 1:e9-17. doi: 10.1016/j.jdent.2011.01.006. Pubmed PMID: 21256180

Ardu S, Braut V, Uhac I, Benbachir N, Feilzer AJ, Krejci I. Influence of mechanical and chemical degradation on surface gloss of resin composite materials. *Am J Dent*. 2009 Oct;22(5):264-8. Pubmed PMID: 20225467

Arimoto A, Nakajima M, Hosaka K, Nishimura K, Ikeda M, Foxton RM, et al. Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dent Mater*. 2010 Nov;26(11):1090-7. doi: 10.1016/j.dental.2010.07.009. Pubmed PMID: 20692691

---

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jan 2016]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Aykent F, Yondem I, Ozyesil AG, Gunal SK, Avunduk MC, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *J Prosthet Dent.* 2010 Apr;103(4):221-7. doi: 10.1016/S0022-3913(10)60034-0. Pubmed PMID: 20362765

Barucci-Pfister N, Gohring TN. Subjective and objective perceptions of specular gloss and surface roughness of esthetic resin composites before and after artificial aging. *Am J Dent.* 2009 Apr;22(2):102-10. Pubmed PMID: 19626974

Bauer H, Ilie N. Effects of aging and irradiation time on the properties of a highly translucent resin-based composite. *Dent Mater J.* 2013;32(4):592-9. doi: 10.4012/dmj.2012-309. Pubmed PMID: 23903641

Boaro LC, Goncalves F, Guimaraes TC, Ferracane JL, Pfeifer CS, Braga RR. Sorption, solubility, shrinkage and mechanical properties of "low-shrinkage" commercial resin composites. *Dent Mater.* 2013 Apr;29(4):398-404. doi: 10.1016/j.dental.2013.01.006. Pubmed PMID: 23414910

Brainard DH, Maloney LT. Perception of color and material properties in complex scenes. *J Vis.* 2004 Aug 23;4(9):ii-iv. doi: 10.1167/4.9.i. Pubmed PMID: 15493961

Campbell PM, Johnston WM, O'Brien WJ. Light scattering and gloss of an experimental quartz-filled composite. *J Dent Res.* 1986 Jun;65(6):892-4. Pubmed PMID: 3011867

Can Say E, Yurdagüven H, Yaman BC, Ozer F. Surface roughness and morphology of resin composites polished with two-step polishing systems. *Dent Mater J.* 2014;33(3):332-42. doi: 10.4012/dmj.2013-287. Pubmed PMID: 24598241

Chadwick AC, Kentridge RW. The perception of gloss: a review. *Vision Res.* 2015 Apr;109:221-35. doi: 10.1016/j.visres.2014.10.026. Pubmed PMID: 25448119

Cook M, Thomas K. Evaluation of gloss meters for measurement of moulded plastics. *Polymer Testing.* 1990;9(4):233-44. doi: 10.1016/0142-9418(90)90010-B

Costa J, Adams-Belusko A, Riley K, Ferracane JL. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e123-8. doi: 10.1016/j.jdent.2010.02.005. Pubmed PMID: 20193728

Costa JB, Goncalves F, Ferracane JL. Comparison of two-step versus four-step composite finishing/polishing disc systems: evaluation of a new two-step composite polishing disc system. *Oper Dent*. 2011 Mar-Apr;36(2):205-12. doi: 10.2341/10-162-L. Pubmed PMID: 21702670

Covey DA, Barnes C, Watanabe H, Johnson WW. Effects of a paste-free prophylaxis polishing cup and various prophylaxis polishing pastes on tooth enamel and restorative materials. *Gen Dent*. 2011 Nov-Dec;59(6):466-73; quiz 74-5. Pubmed PMID: 22313918

Demarco FF, Collares K, Coelho-de-Souza FH, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, et al. Anterior composite restorations: A systematic review on long-term survival and reasons for failure. *Dent Mater*. 2015 Oct;31(10):1214-24. doi: 10.1016/j.dental.2015.07.005. Pubmed PMID: 26303655

Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater*. 1994 Nov;10(6):353-62. Pubmed PMID: 7498599

Doerschner K, Maloney LT, Boyaci H. Perceived glossiness in high dynamic range scenes. *J Vis*. 2010;10(9):11. doi: 10.1167/10.9.11. Pubmed PMID: 20936748

Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent*. 2007 Apr;97(4):200-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2007.02.012. Pubmed PMID: 17499089

Drummond JL. Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *J Dent Res*. 2008 Aug;87(8):710-9. Pubmed PMID: 18650540

Durner J, Stojanovic M, Urcan E, Spahl W, Haertel U, Hickel R, et al. Effect of hydrogen peroxide on the three-dimensional polymer network in composites.

Dent Mater. 2011 Jun;27(6):573-80. doi: 10.1016/j.dental.2011.02.013. Pubmed PMID: 21444108

Ereifej NS, Oweis YG, Eliades G. The effect of polishing technique on 3-D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites. Oper Dent. 2013 Jan-Feb;38(1):E1-12. doi: 10.2341/12-122-L. Pubmed PMID: 22917441

Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. Dent Mater. 2006 Mar;22(3):211-22. doi: 10.1016/j.dental.2005.05.005. Pubmed PMID: 16087225

Furuse AY, Gordon K, Rodrigues FP, Silikas N, Watts DC. Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. J Dent. 2008 Nov;36(11):945-52. doi: 10.1016/j.jdent.2008.08.001. Pubmed PMID: 18778884

Ged G, Obein G, Silvestri Z, Le Rohellec J, Vienot F. Recognizing real materials from their glossy appearance. J Vis. 2010;10(9). doi: 10.1167/10.9.18. Pubmed PMID: 21187348

Gouveia TH, Publio Jdo C, Ambrosano GM, Paulillo LA, Aguiar FH, Lima DA. Effect of at-home bleaching with different thickeners and aging on physical properties of a nanocomposite. Eur J Dent. 2016 Jan-Mar;10(1):82-91. doi: 10.4103/1305-7456.175683. Pubmed PMID: 27011745

Granzier JJ, Vergne R, Gegenfurtner KR. The effects of surface gloss and roughness on color constancy for real 3-D objects. J Vis. 2014;14(2). doi: 10.1167/14.2.16. Pubmed PMID: 24563527

Hahnel S, Henrich A, Burgers R, Handel G, Rosentritt M. Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. Oper Dent. 2010 Jul-Aug;35(4):412-9. doi: 10.2341/09-337-L. Pubmed PMID: 20672725

Heintze SD, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. Dent Mater. 2010 Apr;26(4):306-19. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.152. Pubmed PMID: 20036418

Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dent Mater*. 2006 Feb;22(2):146-65. doi: 10.1016/j.dental.2005.04.013. Pubmed PMID: 16084582

Ho YX, Landy MS, Maloney LT. Conjoint measurement of gloss and surface texture. *Psychol Sci*. 2008 Feb;19(2):196-204. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02067.x. Pubmed PMID: 18271869

Hosoya Y, Shiraishi T, Odatsu T, Nagafuji J, Kotaku M, Miyazaki M, et al. Effects of polishing on surface roughness, gloss, and color of resin composites. *J Oral Sci*. 2011a Sep;53(3):283-91. doi: 10.2334/josnurd.53.283. Pubmed PMID: 21959654

Hosoya Y, Shiraishi T, Puppin-Rontani RM, Powers JM. Effects of acidulated phosphate fluoride gel application on surface roughness, gloss and colour of different type resin composites. *J Dent*. 2011b Oct;39(10):700-6. doi: 10.1016/j.jdent.2011.08.002. Pubmed PMID: 21856367

Ihrke I, Kutulakos KN, Lensch H, Magnor M, Heidrich W. Transparent and specular object reconstruction. *Comput Graph Forum*. 2010;29(8):2400-26. doi: 10.1111/j.1467-8659.2010.01753.x

Ilie N, Bauer H, Draenert M, Hickel R. Resin-based composite light-cured properties assessed by laboratory standards and simulated clinical conditions. *Oper Dent*. 2013 Mar-Apr;38(2):159-67. doi: 10.2341/12-084-L. Pubmed PMID: 22788727

International Commission on Illumination. CIE 175:2006: A framework for the measurement of visual appearance. Vienna: International Commission on Illumination; 2006.

International Organization for Standardization. ISO 2813: paints and varnishes: determination of gloss value at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees. Geneva: International Organization for Standardization; 2014.

Jain V, Platt JA, Moore K, Spohr AM, Borges GA. Color stability, gloss, and surface roughness of indirect composite resins. *J Oral Sci*. 2013 Mar;55(1):9-15. doi: 10.2334/josnurd.55.9. Pubmed PMID: 23485595

Jasse FF, de Campos EA, Lefever D, Di Bella E, Salomon JP, Krejci I, et al. Influence of filler charge on gloss of composite materials before and after in vitro toothbrushing. *J Dent.* 2013 Nov;41 Suppl 5:e41-4. doi: 10.1016/j.jdent.2013.04.011. Pubmed PMID: 23649047

Ji W, Pointer MR, Luo RM, Dakin J. Gloss as an aspect of the measurement of appearance. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 2006 Jan;23(1):22-33. doi: 10.1364/JOSAA.23.000022. Pubmed PMID: 16478057

Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* 2004;32 Suppl 1:3-12. doi:10.1016/j.jdent.2003.10.013. Pubmed PMID: 14738829

Kaizer MR, de Oliveira-Ogliari A, Cenci MS, Opdam NJ, Moraes RR. Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies. *Dent Mater.* 2014 Apr;30(4):e41-78. doi: 10.1016/j.dental.2014.01.001. Pubmed PMID: 24529799

Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med.* 2007 Jan;18(1):155-63. doi: 10.1007/s10856-006-0675-8. Pubmed PMID: 17200827

Kamonkhantikul K, Arksornnukit M, Takahashi H, Kanehira M, Finger WJ. Polishing and toothbrushing alters the surface roughness and gloss of composite resins. *Dent Mater J.* 2014;33(5):599-606. doi: 10.4012/dmj.2014-111. Pubmed PMID: 25273038

Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent.* 2014 Jun;42(6):637-44. doi: 10.1016/j.jdent.2013.11.017. Pubmed PMID: 24334221

Kim J, Marlow PJ, Anderson BL. The dark side of gloss. *Nat Neurosci.* 2012 Nov;15(11):1590-5. doi: 10.1038/nn.3221. Pubmed PMID: 23001059

Koin PJ, Kilislioglu A, Zhou M, Drummond JL, Hanley L. Analysis of the degradation of a model dental composite. *J Dent Res.* 2008 Jul;87(7):661-5. Pubmed PMID: 18573987

Kucukoglu G, Adams W, Landy M. Gloss constancy across changes in illumination. *J Vis.* 2015 Sep 1;15(12):941. doi: 10.1167/15.12.941. Pubmed PMID: 26326629

Lee YK. Influence of scattering/absorption characteristics on the color of resin composites. *Dent Mater.* 2007 Jan;23(1):124-31. doi: 10.1016/j.dental.2006.01.007. Pubmed PMID: 16487583

Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. *J Prosthet Dent.* 2005 Oct;94(4):370-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2005.08.006. Pubmed PMID: 16198175

Lee YK, Yu B, Lim JI, Lim HN. Perceived color shift of a shade guide according to the change of illuminant. *J Prosthet Dent.* 2011 Feb;105(2):91-9. doi: 10.1016/S0022-3913(11)60006-1. Pubmed PMID: 21262406

Lefever D, Krejci I, Ardu S. Laboratory evaluation of the effect of toothbrushing on surface gloss of resin composites. *Am J Dent.* 2014 Feb;27(1):42-6. Pubmed PMID: 24902404

Lefever D, Perakis N, Roig M, Krejci I, Ardu S. The effect of toothbrushing on surface gloss of resin composites. *Am J Dent.* 2012 Feb;25(1):54-8. Pubmed PMID: 24902404

Lima MO, Catelan A, Hernandez NM, Giorgi MC, Ambrosano GM, Lima DA. *In vitro* evaluation of the effect of different polishing techniques on the surface roughness of composite resins submitted to at-home and in-office bleaching procedures. *J Conserv Dent.* 2015 Nov-Dec;18(6):483-7. doi: 10.4103/0972-0707.168820. PMID: 26752845

Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(2):102-8; discussion 9. Pubmed PMID: 16036126

Malavasi CV, Macedo EM, Souza Kda C, Rego GF, Schneider LF, Cavalcante LM. Surface Texture and Optical Properties of Self-Adhering Composite Materials after Toothbrush Abrasion. *J Contemp Dent Pract.* 2015 Oct;16(10):775-82. Pubmed PMID: 26581456

Maloney LT, Brainard DH. Color and material perception: achievements and challenges. *J Vis.* 2010;10(9). doi: 10.1167/10.9.19. Pubmed PMID: 21187347

Markovic L, Jordan RA, Glasser MC, Arnold WH, Nebel J, Tillmann W, et al. Effects of bleaching agents on surface roughness of filling materials. *Dent Mater J.* 2014;33(1):59-63. doi: 10.4012/dmj.2012-217. Pubmed PMID: 24492113

Marlow PJ, Anderson BL. Generative constraints on image cues for perceived gloss. *J Vis.* 2013;13(14). doi: 10.1167/13.14.2. Pubmed PMID: 24297776

Marlow PJ, Kim J, Anderson BL. The perception and misperception of specular surface reflectance. *Curr Biol.* 2012 Oct 23;22(20):1909-13. doi: 10.1016/j.cub.2012.08.009. Pubmed PMID: 22959347

Mendes AP, Barceleiro Mde O, dos Reis RS, Bonato LL, Dias KR. Changes in surface roughness and color stability of two composites caused by different bleaching agents. *Braz Dent J.* 2012;23(6):659-66. Pubmed PMID: 23338257

Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003 Oct;134(10):1382-90. Pubmed PMID: 14620019

Miyagawa Y, Powers JM, O'Brien WJ. Optical properties of direct restorative materials. *J Dent Res.* 1981 May;60(5):890-4. Pubmed PMID: 6452468

Mjor IA, Moorhead JE, Dahl JE. Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice. *Int Dent J.* 2000 Dec;50(6):361-6. doi: 10.1111/j.1875-595X.2000.tb00569.x. Pubmed PMID: 11197194

Monteiro B, Spohr AM. Surface Roughness of Composite Resins after Simulated Toothbrushing with Different Dentifrices. *J Int Oral Health.* 2015 Jul;7(7):1-5. Pubmed PMID: 26229362

Motoyoshi I. Highlight-shading relationship as a cue for the perception of translucent and transparent materials. *J Vis.* 2010;10(9):6. doi: 10.1167/10.9.6. Pubmed PMID: 20884604

Motoyoshi I, Nishida S, Sharan L, Adelson EH. Image statistics and the perception of surface qualities. *Nature*. 2007 May 10;447(7141):206-9. doi: 10.1038/nature05724. Pubmed PMID: 17443193

O'Brien WJ, Johnston WM, Fanian F, Lambert S. The surface roughness and gloss of composites. *J Dent Res*. 1984 May;63(5):685-8. Pubmed PMID: 6584473

Obein G, Knoblauch K, Vienot F. Difference scaling of gloss: nonlinearity, binocularity, and constancy. *J Vis*. 2004 Aug 30;4(9):711-20. doi: 10.1167/4.9.4. Pubmed PMID: 15493965

Oliveira AL, Giro EM, Garcia PP, Campos JA, Phark JH, Duarte S, Jr. Roughness and morphology of composites: influence of type of material, fluoride solution, and time. *Microsc Microanal*. 2014 Oct;20(5):1365-72. doi: 10.1017/S1431927614012951. Pubmed PMID: 25115976

Olkkonen M, Brainard DH. Perceived glossiness and lightness under real-world illumination. *J Vis*. 2010;10(9):5. doi: 10.1167/10.9.5. Pubmed PMID: 20884603

Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014 Oct;93(10):943-9. doi: 10.1177/0022034514544217. Pubmed PMID: 25048250

Ota M, Ando S, Endo H, Ogura Y, Miyazaki M, Hosoya Y. Influence of refractive index on optical parameters of experimental resin composites. *Acta Odontol Scand*. 2012 Sep;70(5):362-7. doi: 10.3109/00016357.2011.600724. Pubmed PMID: 21780980

Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015 Mar-Apr;27 Suppl 1:S1-9. doi: 10.1111/jerd.12149. Pubmed PMID: 25886208

Polyzois G, Niarchou A, Ntala P, Pantopoulos A, Frangou M. The effect of immersion cleansers on gloss, colour and sorption of acetal denture base

material. *Gerodontology*. 2013 Jun;30(2):150-6. doi: 10.1111/j.1741-2358.2012.00657.x. Pubmed PMID: 22429008

Qi L, Chantler MJ, Siebert JP, Dong J. The joint effect of mesoscale and microscale roughness on perceived gloss. *Vision Res*. 2015 Oct;115(Pt B):209-17. doi: 10.1016/j.visres.2015.04.014. Pubmed PMID: 25969141

Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, van Steenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol*. 1990 Mar;17(3):138-44. doi: 10.1111/j.1600-051X.1990.tb01077.x. Pubmed PMID: 2319000

Rasines Alcaraz MG, Veitz-Keenan A, Sahrman P, Schmidlin PR, Davis D, Iheozor-Ejiofor Z. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Mar 31;3:CD005620. doi: 10.1002/14651858.CD005620.pub2. Pubmed PMID: 24683067

Roselino LdeM, Chinelatti MA, Alandia-Roman CC, Pires-de-Souza Fde C. Effect of Brushing Time and Dentifrice Abrasiveness on Color Change and Surface Roughness of Resin Composites. *Braz Dent J*. 2015 Oct;26(5):507-13. doi: 10.1590/0103-6440201300399. Pubmed PMID: 26647937

Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater*. 1987 Oct;3(5):246-51. doi: 10.1016/S0109-5641(87)80081-7. Pubmed PMID: 3479360

Sadidzadeh R, Cakir D, Ramp LC, Burgess JO. Gloss and surface roughness produced by polishing kits on resin composites. *Am J Dent*. 2010 Aug;23(4):208-12. Pubmed PMID: 21250571

Santos PH, Catelan A, Albuquerque Guedes AP, Umeda Suzuki TY, de Lima Godas AG, Fraga Briso AL, et al. Effect of thermocycling on roughness of nanofill, microfill and microhybrid composites. *Acta Odontol Scand*. 2015 Apr;73(3):176-81. doi: 10.3109/00016357.2014.971868. Pubmed PMID: 25356634

Scheller Lichtenauer M, Schuetz P, Zolliker P. Interaction improves perception of gloss. *J Vis.* 2013;13(14). doi: 10.1167/13.14.14. Pubmed PMID: 24353308

Schmid AC, Anderson BL. Do surface reflectance properties and 3-D mesostructure influence the perception of lightness? *J Vis.* 2014 Jul 29;14(8):24. doi: 10.1167/14.8.24. Pubmed PMID: 25074902

Schmidt C, Ilie N. The effect of aging on the mechanical properties of nanohybrid composites based on new monomer formulations. *Clinical oral investigations.* 2013 Jan;17(1):251-7. doi: 10.1007/s00784-012-0707-3. Pubmed PMID: 22411263

Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater.* 2003 Nov;19(7):612-9. doi: 10.1016/S0109-5641(03)00003-4. Pubmed PMID: 12901985

Sharan L, Rosenholtz R, Adelson EH. Accuracy and speed of material categorization in real-world images. *J Vis.* 2014;14(9). doi: 10.1167/14.9.12. Pubmed PMID: 25122216

Sideridou ID, Karabela MM, Bikiaris DN. Aging studies of light cured dimethacrylate-based dental resins and a resin composite in water or ethanol/water. *Dent Mater.* 2007 Sep;23(9):1142-9. doi: 10.1016/j.dental.2006.06.049. Pubmed PMID: 17118438

Silva AMF, Davies RM, Stewart B, DeVizio W, Tonholo J, da Silva Junior JG, et al. Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. *Dent Mater.* 2006 Oct;22(10):919-24. doi: 10.1016/j.dental.2005.11.029. Pubmed PMID: 16375964

Silva EM, Doria J, da Silva Jde J, Santos GV, Guimaraes JG, Poskus LT. Longitudinal evaluation of simulated toothbrushing on the roughness and optical stability of microfilled, microhybrid and nanofilled resin-based composites. *J Dent.* 2013 Nov;41(11):1081-90. doi: 10.1016/j.jdent.2013.08.013. Pubmed PMID: 23994711

St Germain H, Samuelson BA. Surface characteristics of resin composite materials after finishing and polishing. *Gen Dent*. 2015 Mar-Apr;63(2):26-32. Pubmed PMID: 25734283

Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Ritter AV, Vallittu PK, Narhi TO, et al. Optical properties and light irradiance of monolithic zirconia at variable thicknesses. *Dent Mater*. 2015 Oct;31(10):1180-7. doi: 10.1016/j.dental.2015.06.016. Pubmed PMID: 26198027

Suzuki T, Kyoizumi H, Finger WJ, Kanehira M, Endo T, Utterodt A, et al. Resistance of nanofill and nanohybrid resin composites to toothbrush abrasion with calcium carbonate slurry. *Dent Mater J*. 2009 Nov;28(6):708-16. doi: 10.4012/dmj.28.708. Pubmed PMID: 20019422

Tanaka T, Kunishi T, Wakeshima H. Relation between gloss and wetting of a matte surface. *Opt Lett*. 1985 Apr 1;10(4):170-2. Pubmed PMID: 19724383

Tuncer S, Demirci M, Tiryaki M, Unlu N, Uysal O. The effect of a modeling resin and thermocycling on the surface hardness, roughness, and color of different resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2013 Dec;25(6):404-19. doi: 10.1111/jerd.12063. Pubmed PMID: 24172016

Turker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil*. 2002 Jul;29(7):657-61. Pubmed PMID: 12153455

Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007 Sep;28(26):3757-85. doi: 10.1016/j.biomaterials.2007.04.044. Pubmed PMID: 17543382

Waheeb N, Silikas N, Watts D. Initial polishing time affects gloss retention in resin composites. *Am J Dent*. 2012 Oct;25(5):303-6. Pubmed PMID: 23243980

Wang L, Francisconi LF, Atta MT, Dos Santos JR, Del Padre NC, Gonini A Jr, et al. Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *Eur J Dent*. 2011 Apr;5(2):173-9. Pubmed PMID: 21494385

Weir MD, Moreau JL, Levine ED, Strassler HE, Chow LC, Xu HH. Nanocomposite containing CaF(2) nanoparticles: thermal cycling, wear and long-term water-aging. *Dent Mater.* 2012 Jun;28(6):642-52. doi: 10.1016/j.dental.2012.02.007. Pubmed PMID: 22429937

Xiao B, Brainard DH. Color Perception of 3D Objects: Constancy with Respect To Variation of Surface Gloss. *Proc APGV.* 2006 Jan 1;2006:63-8. doi: 10.1145/1140491.1140505. Pubmed PMID: 21617747

Yalcin F, Gurgan S. Effect of two different bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dent Mater.* 2005 May;21(5):464-8. doi: 10.1016/j.dental.2004.07.011. Pubmed PMID: 15826703

Yazici AR, Tuncer D, Antonson S, Onen A, Kilinc E. Effects of delayed finishing/polishing on surface roughness, hardness and gloss of tooth-coloured restorative materials. *Eur J Dent.* 2010 Jan;4(1):50-6. Pubmed PMID: 20046480

Yu B, Lee YK. Comparison of stabilities in translucency, fluorescence and opalescence of direct and indirect composite resins. *Eur J Esthet Dent.* 2013 Summer;8(2):214-25. Pubmed PMID: 23712342

## APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

### ***CARTA DE INFORMAÇÃO E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO***

#### **Carta de Informação ao paciente e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

**Título do Projeto de Pesquisa:** INFLUÊNCIA DE ILUMINANTES E DE PELÍCULA DE SALIVA NA PERCEPÇÃO DO BRILHO SUPERFICIAL DE RESINA COMPOSTA POR DIFERENTES OBSERVADORES.

**Pesquisador Responsável:** Graduanda Fernanda Bastos Pereira Tessarin / Prof. Dr. Eduardo Bresciani

**Objetivo:** O objetivo deste estudo será avaliar a percepção do brilho superficial de materiais odontológicos, com diferentes iluminantes e presença ou não de saliva, entre leigos e profissionais da odontologia.

**Métodos e duração do projeto:** Este estudo avaliará a percepção do brilho superficial em resina composta com diferentes iluminantes e com presença ou não de saliva. Os observadores (alunos e profissionais) serão convidados a participar no estudo por meio de chamada. Para participar deste estudo, você precisará comparecer na faculdade somente em uma visita. Você receberá uma avaliação de acuidade visual, por meio de leitura de cartaz impresso, e avaliará vários espécimes de resina em cabine de luz. A cada visualização será necessário classificar o brilho das amostras. O teste todo leva em torno de 60 minutos.

**Riscos:** Riscos envolvidos no estudo estão relacionados com a possibilidade de se detectar problemas visuais não detectados anteriormente.

**Benefícios:** Os voluntários trarão benefícios a Odontologia com uma melhor compreensão sobre a percepção do brilho superficial, possivelmente auxiliando protocolos de avaliação de restaurações estéticas. Os benefícios individuais e sociais estão relacionados a este conhecimento e possível melhora de procedimentos odontológicos, beneficiando a população que requer tratamento odontológico restaurador.

**Compensação por doença ou dano:** Não se aplica.

**Documentação:** Uma cópia deste formulário será guardada com a documentação do estudo e você receberá outra cópia. Se você tiver alguma pergunta sobre o estudo, seus direitos, ou qualquer dano que você acha que pode ter sido causado pelo estudo, você pode entrar em contato com o Prof. Dr. Eduardo Bresciani (telefone: 3947-9403).

**Confidencialidade:** Seu nome não será publicado em nenhum momento do estudo. Seus registros serão confidenciais, segundo leis federais, estaduais e locais.

**Participação:** Participar do estudo é completamente de sua escolha. Você poderá desistir a qualquer momento e por qualquer motivo.

**Consentimento:** Eu li e entendi todas as informações citadas acima. O aluno/pesquisador se ofereceu para responder qualquer pergunta em relação ao estudo.

Termo de Consentimento Livre e esclarecido

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o(a) senhor(a) \_\_\_\_\_, portador da cédula de identidade nº \_\_\_\_\_ SSP/\_\_\_\_, após leitura minuciosa da CARTA DE INFORMAÇÃO AO PACIENTE, devidamente explicada pelo(s) profissionais em seus mínimos detalhes, e ciente dos procedimentos do estudo, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e do explicado, dá o seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO em concordância para participar da pesquisa “INFLUÊNCIA DE ILUMINANTES E DE PELÍCULA DE SALIVA NA PERCEPÇÃO DO BRILHO SUPERFICIAL DE RESINA COMPOSTA POR DIFERENTES OBSERVADORES”.

Fica claro que o participante pode a qualquer momento retirar o seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar da pesquisa e ciente que toda informação torna-se confidencial e será guarda por força do sigilo profissional (Art. 9º do Código de Ética em Odontologia).

Por estar de acordo, assino o presente termo.

São José dos Campos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_.

---

Nome por extenso e assinatura do paciente

---

Prof. Dr. Eduardo Bresciani

## ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa

Saúde  
Ministério da Saúde

Plataforma Brasil

principal x sair

Público Pesquisador Alterar Meus Dados

Eduardo'Bresciani'Pesquisador|V3.0

Cadastros Sua sessão expira em: 36min 03

## DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

## DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DE ILUMINANTES E DE PELÍCULA DE SALIVA NA PERCEPÇÃO DO BRILHO SUPERFICIAL DE RESINA COMPOSTA POR DIFERENTES OBSERVADORES  
**Pesquisador Responsável:** Eduardo Bresciani  
**Área Temática:**  
**Versão:** 2  
**CAAE:** 51784915.6.0000.0077  
**Submetido em:** 14/01/2016  
**Instituição Proponente:** Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos - UNESP  
**Situação da Versão do Projeto:** Aprovado  
**Localização atual da Versão do Projeto:** Pesquisador Responsável  
**Patrocinador Principal:** FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SAO PAULO  
 Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção: PB\_COMPROVANTE\_RECEPCAO\_632216

## DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 2
      - Pendência de Parecer (PO) - Versão 2
        - Currículo dos Assistentes
        - Documentos do Projeto
          - Comprovante de Recepção - Submissão
          - Folha de Rosto - Submissão 2
          - Informações Básicas do Projeto - Subm
          - Projeto Detalhado / Brochura Investigad
          - TCLE / Termos de Assentimento / Justif
          - Apreciação 2 - Instituto de Ciência e Tecno
        - Projeto Completo

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações
-------------------	----------	---------	----------	-------

## LISTA DE CENTROS PARTICIPANTES E COPARTICIPANTES

Apreciação	CAAE	Pesquisador Responsável	Comitê de Ética	Instituição	Situação	Tipo	R.C
------------	------	-------------------------	-----------------	-------------	----------	------	-----

## HISTÓRICO DE TRÂMITES

Apreciação	Data/Hora	Tipo Trâmite	Versão	Perfil	Origem	Destino	Informações
PO	22/02/2016 23:08:52	Parecer liberado	2	Coordenador	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	PESQUISADOR	Acatado o parecer o pesquisador deverá apresentar <a href="#">Ver mais &gt;&gt;</a>
PO	22/02/2016 21:30:05	Parecer do colegiado emitido	2	Coordenador	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	
PO	01/02/2016 13:43:21	Parecer do relator emitido	2	Coordenador	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	
PO	01/02/2016 13:40:39	Aceitação de Elaboração de Relatoria	2	Coordenador	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	
PO	29/01/2016 16:53:38	Confirmação de Indicação de Relatoria	2	Coordenador	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	
PO	29/01/2016 16:42:20	Indicação de Relatoria	2	Secretária	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	
PO	29/01/2016 15:50:22	Aceitação do PP	2	Secretária	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	
PO	14/01/2016 11:39:10	Submetido para avaliação do CEP	2	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	
PO	22/12/2015 17:12:28	Parecer liberado	1	Coordenador	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	PESQUISADOR	Pendências:-1. Utilizar o mesmo verbo no objetivo <a href="#">Ver mais &gt;&gt;</a>
PO	22/12/2015 11:17:36	Parecer do colegiado emitido	1	Coordenador	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	Instituto de Ciência e Tecnologia Campus São José dos Campos - UNESP	

«« « Ocorrência 1 a 10 de 16 registro(s) »» »»



**ANEXO C** – Lista de aleatorização de disposição dos espécimes na câmara de luz para o estudo 5.

**Seed:** 280906724273489

**Block sizes:** 15 - **Actual list length:** 225

**block identifier, block size, sequence within block, treatment**

1, 15, 1, 25x55	2, 15, 1, 55x85	3, 15, 1, 25x55
1, 15, 2, 40x70	2, 15, 2, 70x85	3, 15, 2, 55x70
1, 15, 3, 55x40	2, 15, 3, 25x70	3, 15, 3, 25x85
1, 15, 4, 10x70	2, 15, 4, 40x70	3, 15, 4, 10x25
1, 15, 5, 85x10	2, 15, 5, 10x25	3, 15, 5, 25x70
1, 15, 6, 85x70	2, 15, 6, 25x85	3, 15, 6, 70x85
1, 15, 7, 40x85	2, 15, 7, 10x85	3, 15, 7, 10x40
1, 15, 8, 10x40	2, 15, 8, 25x55	3, 15, 8, 25x40
1, 15, 9, 70x55	2, 15, 9, 55x70	3, 15, 9, 40x70
1, 15, 10, 70x25	2, 15, 10, 10x70	3, 15, 10, 10x55
1, 15, 11, 25x40	2, 15, 11, 10x55	3, 15, 11, 40x85
1, 15, 12, 10x55	2, 15, 12, 40x55	3, 15, 12, 10x70
1, 15, 13, 25x85	2, 15, 13, 10x40	3, 15, 13, 55x85
1, 15, 14, 55x85	2, 15, 14, 25x40	3, 15, 14, 10x85
1, 15, 15, 25x10	2, 15, 15, 40x85	3, 15, 15, 40x55
4, 15, 1, 40x70	5, 15, 1, 25x40	6, 15, 1, 40x85
4, 15, 2, 10x85	5, 15, 2, 25x85	6, 15, 2, 10x55
4, 15, 3, 25x55	5, 15, 3, 10x55	6, 15, 3, 10x25
4, 15, 4, 10x40	5, 15, 4, 10x40	6, 15, 4, 25x40
4, 15, 5, 40x55	5, 15, 5, 10x25	6, 15, 5, 40x55
4, 15, 6, 10x70	5, 15, 6, 55x70	6, 15, 6, 70x85
4, 15, 7, 25x70	5, 15, 7, 25x70	6, 15, 7, 25x70
4, 15, 8, 25x85	5, 15, 8, 10x85	6, 15, 8, 10x85
4, 15, 9, 10x55	5, 15, 9, 70x85	6, 15, 9, 55x70
4, 15, 10, 40x85	5, 15, 10, 55x85	6, 15, 10, 25x85
4, 15, 11, 25x40	5, 15, 11, 10x70	6, 15, 11, 10x70
4, 15, 12, 55x85	5, 15, 12, 25x55	6, 15, 12, 25x55
4, 15, 13, 70x85	5, 15, 13, 40x85	6, 15, 13, 40x70
4, 15, 14, 10x25	5, 15, 14, 40x55	6, 15, 14, 55x85
4, 15, 15, 55x70	5, 15, 15, 40x70	6, 15, 15, 10x40

7, 15, 1, 55x85	8, 15, 1, 10x85	9, 15, 1, 25x55
7, 15, 2, 10x70	8, 15, 2, 25x85	9, 15, 2, 55x85
7, 15, 3, 25x55	8, 15, 3, 40x55	9, 15, 3, 40x85
7, 15, 4, 40x85	8, 15, 4, 10x40	9, 15, 4, 70x85
7, 15, 5, 25x40	8, 15, 5, 25x55	9, 15, 5, 10x85
7, 15, 6, 55x70	8, 15, 6, 10x55	9, 15, 6, 10x70
7, 15, 7, 25x85	8, 15, 7, 55x70	9, 15, 7, 40x55
7, 15, 8, 10x55	8, 15, 8, 40x70	9, 15, 8, 25x85
7, 15, 9, 40x55	8, 15, 9, 10x70	9, 15, 9, 10x55
7, 15, 10, 40x70	8, 15, 10, 25x70	9, 15, 10, 55x70
7, 15, 11, 70x85	8, 15, 11, 10x25	9, 15, 11, 25x40
7, 15, 12, 10x85	8, 15, 12, 55x85	9, 15, 12, 25x70
7, 15, 13, 10x25	8, 15, 13, 25x40	9, 15, 13, 10x25
7, 15, 14, 25x70	8, 15, 14, 40x85	9, 15, 14, 10x40
7, 15, 15, 10x40	8, 15, 15, 70x85	9, 15, 15, 40x70
10, 15, 1, 70x85	11, 15, 1, 10x25	12, 15, 1, 55x70
10, 15, 2, 10x55	11, 15, 2, 25x70	12, 15, 2, 10x85
10, 15, 3, 55x85	11, 15, 3, 25x85	12, 15, 3, 25x40
10, 15, 4, 40x55	11, 15, 4, 10x55	12, 15, 4, 10x70
10, 15, 5, 40x70	11, 15, 5, 55x85	12, 15, 5, 70x85
10, 15, 6, 25x40	11, 15, 6, 40x70	12, 15, 6, 40x55
10, 15, 7, 10x25	11, 15, 7, 25x55	12, 15, 7, 25x55
10, 15, 8, 10x40	11, 15, 8, 25x40	12, 15, 8, 10x25
10, 15, 9, 10x70	11, 15, 9, 70x85	12, 15, 9, 40x70
10, 15, 10, 25x70	11, 15, 10, 40x85	12, 15, 10, 10x40
10, 15, 11, 10x85	11, 15, 11, 55x70	12, 15, 11, 25x70
10, 15, 12, 55x70	11, 15, 12, 10x85	12, 15, 12, 55x85
10, 15, 13, 25x85	11, 15, 13, 10x40	12, 15, 13, 10x55
10, 15, 14, 40x85	11, 15, 14, 10x70	12, 15, 14, 40x85
10, 15, 15, 25x55	11, 15, 15, 40x55	12, 15, 15, 25x85

13, 15, 1, 10x55	14, 15, 1, 40x85	15, 15, 1, 10x70
13, 15, 2, 10x70	14, 15, 2, 10x40	15, 15, 2, 55x70
13, 15, 3, 70x85	14, 15, 3, 55x85	15, 15, 3, 25x70
13, 15, 4, 40x70	14, 15, 4, 25x40	15, 15, 4, 10x40
13, 15, 5, 25x40	14, 15, 5, 10x55	15, 15, 5, 10x55
13, 15, 6, 55x70	14, 15, 6, 10x25	15, 15, 6, 40x70
13, 15, 7, 25x85	14, 15, 7, 55x70	15, 15, 7, 55x85
13, 15, 8, 25x70	14, 15, 8, 40x70	15, 15, 8, 25x85
13, 15, 9, 40x55	14, 15, 9, 40x55	15, 15, 9, 70x85
13, 15, 10, 55x85	14, 15, 10, 25x85	15, 15, 10, 10x85
13, 15, 11, 10x40	14, 15, 11, 25x55	15, 15, 11, 25x55
13, 15, 12, 40x85	14, 15, 12, 10x70	15, 15, 12, 40x55
13, 15, 13, 25x55	14, 15, 13, 25x70	15, 15, 13, 25x40
13, 15, 14, 10x85	14, 15, 14, 10x85	15, 15, 14, 10x25
13, 15, 15, 10x25	14, 15, 15, 70x85	15, 15, 15, 40x85